LIBRARY OF
Dr. Z. P. Metcalf
1885–1956

Populäre

Naturgeschichte

der drei Reiche.

Von

F. S. Beudant, Milne-Edwards, A. v. Jussieu.

Vollständig in Einem Bande

mit mehr als tausend getreuen Abbildungen.

Aus dem Französischen übersetzt,

und herausgegeben von der Gesellschaft zur Verbreitung guter und wohlfeiler Bücher.

Durch den Königl. Rath für den öffentlichen Unterricht in Frankreich eingeführt.

Stuttgart:

Verlag von Scheible, Rieger & Sattler.

1845.

I.

Zoologie.

Von

Milne-Edwards,
Mitglied des Instituts, Professor am naturhistorischen Museum und Rath der wissenschaftlichen Fakultät in Paris.

Aus dem Französischen

von

Ludwig Carl.

Einleitung.

§. 1. **Zweck und Nutzen der Naturgeschichte.** Mit dem Namen Naturgeschichte bezeichnet man die Wissenschaft, die sich mit der Struktur der Körper beschäftigt, welche entweder einzeln auf der Oberfläche der Erde verbreitet oder zu Massen vereinigt sind; ferner mit den Erscheinungen, welche an diesen Körpern vorgehen, den Merkmalen, welche geeignet sind, sie von einander zu unterscheiden, und der Rolle, die sie in der Gesammtheit der Schöpfung spielen. Man sieht leicht ein, daß ihr Reich unermeßlich groß ist, und daß ihre Wichtigkeit ihrer Ausdehnung nicht nachsteht. Leute, mit der Wissenschaft wenig vertraut, gewahren darin nur eine Sammlung anekdotischer Thatsachen, die geeigneter sind die Neugierde zu reizen, als den Verstand zu üben, oder wohl ein unfruchtbares Studium technischer Ausdrücke und willkürlicher Klassifikationen; doch eine solche Meinung kann ihre Quelle nur in der Unwissenheit haben, und Jeder muß den unermeßlichen Nutzen der Naturgeschichte erkennen, so bald er davon die ersten Kenntnisse erlangt hat. Indem das so große und harmonische Schauspiel der Natur bemerken läßt, wie sehr das wirklich Schöne der Schöpfung über dem Kunstschönen der menschlichen Erfindungen erhaben ist, erhebt es die Seele und führt den Geist unaufhörlich zu hohen und heilsamen Gedanken hin. Die Kenntniß unserer selbst und der Gegenstände, die uns umgeben, soll nicht allein jenes Bedürfniß des Wissens befriedigen, das sich stets in dem Maße entwickelt, als die Einsicht wächst; sie ist eine nothwendige Basis für viele andere Studien, und sie ist unendlich dazu geeignet, dem Urtheile eine Richtigkeit zu geben, ohne welche die glänzendsten Eigenschaften ihren Werth verlieren, und ohne welche sie weit öfter im Leben irre leiten, als sie zu einem ersprießlichen Ziele hinführen. Die praktische Wichtigkeit der Naturgeschichte liegt zu sehr am Tage, als daß wir ihres Nachweises noch nöthig hätten. Wollen wir uns davon überzeugen, so dürfen wir nur einen Blick um uns werfen, an die in der Erde Schoos verborgenen Reichthümer und an die Dienste denken, welche die Geologie und Mineralogie jeden Tag der Industrie leisten; die so verschiedenartigen und schönen Pflanzen betrachten, welche mit einem so reichen Ueberfluß unseren Bedürfnissen entgegen kommen, und daran denken, daß es die Naturgeschichte ist, die uns als Wegweiser für den Ackerbau dienen soll. Ferner dürfen wir nur jene Thiere aufzählen, von welchen wir die Wolle, die Seide und den Honig haben, welche uns die uns mangelnden Kräfte leihen, oder welche, weit entfernt, und wie die vorigen nützlich zu sein, unsere Ernten zerstören; und endlich uns an die lange Reihe von Gebrechen erinnern, an denen der menschliche Leib zuweilen leidet, und uns von der Wahrheit überzeugen, daß die Medizin so oft blindlings wirkt, als sie nicht auf ein wissenschaftliches Studium des menschlichen Leibes gestützt ist. Die praktische Wichtigkeit, wir wiederholen es, hat nicht erst der Beweise nöthig; sie läßt sich bemerken, mag man bei ihrem Vortrage einen Gang befolgen, welchen man wolle; allein ihr Nutzen ist hier noch nicht begränzt, und der Einfluß, den sie auf unsere Geisteskräfte selbst ausübt, verdient gleichfalls unsere vollste Aufmerksamkeit. In der That, die Naturwissenschaften gewöhnen, in dem Verhältniß, wie sie vorwärts schreiten, den Geist, von den Wirkungen zu den Ursachen zurückzugehen und damit gleichzeitig die aus den Beobachtungen gewonnenen Resultate einer festen Untersuchung zu unterwerfen. Sie führt zu den höchsten spekulativen Ideen; aber niemals erlaubt sie der Einbildungskraft, daß sie sich verirre, denn zur Seite der Hypothese hat sie immer den materiellen Beweis. Endlich übt das Studium der Naturgeschichte weit mehr als jedes andere das Verständniß der Methodenlehre, jenes Theiles der Logik, ohne welchen alles Suchen mühsam und jede Erklärung dunkel ist.

Die Naturgeschichte soll demnach eines der Elemente jedes liberalen Erziehungssystems bilden; allein dies heißt nicht, daß man aus jedem jungen Menschen einen Naturforscher machen müsse. Eine so ausgedehnte Wissenschaft würde zu gehöriger Begründung eine Zeit erheischen, über welche zu verfügen die andern klassischen Studien nicht gestatten würden; überdies begreift sie eine Menge Einzelheiten in sich, welche nur denen von Nutzen sind, die sich auf eine spezielle Weise damit befassen wollen. Das, was jeder aufgeklärte Mensch wissen soll, ist nicht das unterscheidende Merkmal, mit dessen Hülfe man dieses oder jenes Geschlecht der Pflanzen oder Thiere von einem andern benachbarten unterscheiden kann, noch der genaue Verlauf jeder Arterie oder jedes Nerven in dem Körper des Menschen; wollte er damit sein Gedächtniß beschweren, so würde dies ihn eine Arbeit kosten, welche weder dauerhafte noch nützliche Spuren in ihm zurückließe; allein ihm richtige Kenntnisse über die großen Fragen zu geben, mit deren Auflösung sich die Naturwissenschaften beschäftigen — das ist für ihn von Wichtigkeit; solche Fragen sind die nach dem Bau der Erde und den physischen Revolutionen, welche auf ihrer Oberfläche aufeinander gefolgt sind; nach der Natur der Pflanzen und Thiere; nach der Art und Weise, wie die Verrichtungen dieser Wesen vor sich gehen, und nach den Hauptmodifikationen, welche sich in ihrem Baue, je nach der Lebensweise, zu der sie bestimmt sind, ausdrücken. Das sind Kenntnisse, die, einmal erworben, nicht wohl wieder vergessen werden, die als Grundlage für die speziellen Studien eines Jeden dienen müssen, der Naturforscher werden will, und die derjenigen hinreichen, deren Beschäftigungen nicht auf eine innige Weise an die Wissenschaft geknüpft sind. Diese allgemeinen Kenntnisse sind es folglich, welche man besonders dem Geiste solcher Zöglinge einzuprägen suchen soll, die nahe daran sind, ihre klassischen Studien abzuschließen.

§. 2. **Eintheilung der Naturkörper in drei Reiche.** Die Naturgeschichte beschäftigt sich,

wie schon gesagt, mit allen auf der Oberfläche der Erde verbreiteten oder in dem Innern derselben vereinigten Körpern; und diese Körper sind bekanntlich zweierlei Art: die unbelebten Körper oder Mineralien, und die belebten oder organisirten Körper. Diese letzteren theilen sich wiederum in zwei Gruppen, welche Niemand verkennen kann: in Pflanzen und Thiere. Wie in der gewöhnlichen Sprache, so unterscheidet man auch in der wissenschaftlichen drei große Abtheilungen oder Reiche der Natur, die mit dem Namen Mineralreich, Pflanzenreich und Thierreich bezeichnet sind.

Beim Beginne des Studiums der Naturgeschichte sieht man sich zuerst zu der Frage: auf was die so evidente Eintheilung beruhe, und ferner zur Erforschung der Fundamentalunterschiede veranlaßt, welche einerseits zwischen einem unbelebten und belebten, und andererseits zwischen einer Pflanze und einem Thiere bestehen.

§. 3. **Unterschied zwischen den unbelebten und den belebten Wesen.** Diese Unterschiede sind zahlreich und springen alsbald hervor, man mag bei der Vergleichung der organischen mit den Mineralkörpern einen Gesichtspunkt wählen, welchen man wolle; Alles ist unähnlich: der Ursprung, die Art der Existenz, die Dauer, die Art des Unterganges, die allgemeine Form, der innere Bau, und endlich die elementare Zusammensetzung. Einige Worte werden hinreichen, um es zu beweisen.

§. 4. **Die Entstehungsweise,** sagen wir, ist für die unbelebten Körper und die belebten Wesen nicht eine und dieselbe. In der That: wenn ein Mineralkörper sich bildet, so entsteht er unmittelbar aus der Verbindung zweier oder mehrerer Stoffe, welche ihrer Natur nach wesentlich von der seinigen verschieden sind, und sich im Verhältniß ihrer chemischen Verwandschaften, womit sie begabt sind, zusammensetzen. Ein belebtes Wesen hingegen ist niemals das Produkt dieser von selbst eintretenden Verbindungen der Stoffe; es kann sich nur unter dem Einflusse eines ihm analogen belebten Körpers bilden, und die zu seiner Existenz wesentliche Lebenskraft bewegt sich durch eine ununterbrochene Folge von Individuen fort, welche auseinander entstehen und sich untereinander gleichen. Z. B. das Kochsalz wird sich immer bilden, wenn die einzelnen Substanzen, das Chlor und Natrium, welche in Nichts diesem Produkte gleichen, zusammentreten; und um sich auf diese Weise zusammensetzen zu können, werden diese Substanzen keineswegs eines demselben ähnlichen Salzes nöthig haben, das sie erst bilden wollen. Eine Pflanze oder ein Thier hingegen entsteht niemals auf diese Weise, und damit es entstehe, muß es erst sein Leben von dem eines schon zuvor entwickelten lebenden Wesens empfangen. Diese Wesen scheinen zu ihrer Existenz eines Impulses von außen her zu bedürfen, und diesen können sie nur von einem Körper erhalten, der dem ähnlich ist, was sie selbst sein werden.

§. 5. **Die Art der Existenz** der lebenden Wesen, verglichen mit der der unorganischen Körper, ist gleichfalls bezeichnend. Die leblosen Körper, z. B. die Steine, die Metalle ꝛc. sind in einem permanenten Zustande innerer Ruhe; die Elementartheilchen (Moleküle), aus welchen sie sich zusammensetzen, erneuern sich nicht: wenn ihr Volumen zunimmt, so geschieht es nur, weil sich auf ihrer Oberfläche andere homogene Körper ablagern; und wenn sie einen Theil von ihrer eigenen Substanz verlieren, so ist's nur zufällig und durch die Thätigkeit irgend einer Kraft, welche außerhalb ihnen wirkt und völlig unabhängig von der Ursache ihrer Existenz ist. Jeder belebte Körper hingegen ist der Sitz einer innern Bewegung von immerwährender Zusammensetzung und Zerlegung der Elementartheilchen, in Folge jener sich der ihn zusammensetzende Stoff unmerklich erneuert. Unaufhörlich verleibt er seiner eigenen Substanz fremde Elementartheilchen ein, welche er von außen her nimmt, und unaufhörlich überläßt und gibt er der Außenwelt einen Theil seines gebildeten Stoffes. Dieser Wechsel bildet die Erscheinung der Ernährung, und daß dieser sich fortsetze, ist für jedes organisirte Wesen eine Lebensbedingung. Auch hängen von dieser innern Bewegung die Volumenveränderungen ab, welche die belebten Wesen erleiden; wenn ihre Masse sich vermindert, so geschieht es dadurch, daß die Quantität der ausgestoßenen Stoffe diese der neu hinzugetretenen Elementartheilchen, welche sich assimiliren, übertrifft; und wenn sie sich vergrößern, so ist's durch Ansetzen neuer Theile von innen (intussusception) und nicht durch Anlagerung von außen (juxtaposition), wie bei den Mineralien; denn die neuen zu ihrer Masse hinzugefügten Stoffe lagern sich nicht auf ihrer äußern Oberfläche ab, sondern dringen in das Innere ihrer Substanz ein, um sich zwischen die schon vorhandenen Moleküle in derselben Zeit einzulagern, in welcher sie die durch den Ernährungsprozeß ausgeworfenen ersetzen.

§. 6. Nachdem die belebten Wesen auf diese Weise während einiger Zeit, deren Dauer für jede Art bestimmt ist, existirt haben, gehen sie unfehlbar unter, indessen die leblosen Körper, wenn sie einmal gebildet sind, so lange fortbestehen, als nicht eine fremde Kraft kommt, um sie zu zerstören; ihre Dauer hat keine nothwendige Gränze, auch tragen sie kein Zerstörungsprinzip in sich. Wir wiederholen es, daß der Tod für die organisirten Körper überall eine nothwendige Folge des Lebens ist; und da diese Wesen nicht von selbst entstehen, so würden sie bald von der Oberfläche der Erde verschwinden, wenn sie außer dem Vermögen, sich zu ernähren, nicht auch jenes der Reproduktion hätten: doch diese Eigenschaft ist jedem lebenden Wesen gegeben, und sie constituirt auch eines der unterscheidenden Merkmale, welche die organisirten Wesen von den unorganischen wesentlich unterscheiden.

§. 7. Die Differenzen, welche sich zwischen den leblosen und belebten Körpern in Beziehung auf Form und Größe aussprechen, verdienen gleichfalls bezeichnet zu werden. Jeder belebte Körper ist gleichsam zum Voraus bestimmt, eine gewisse Form zu tragen, die er am Anfange seines Daseins noch nicht darbietet, aber die sich nach und nach entwickelt; und diese Form hat Nichts mit der geometrischen Einfachheit gemein, welche uns die Mineralien zeigen, wenn ihre Elementartheilchen sich zu Krystallen vereinigen. Auch ist er gewissen Gränzen seines Volumens unterworfen, über welche er nicht hinaustreten kann; eine innwohnende Kraft strebt seine Ausdehnung zu bestimmen, die er an diesen Gränzen ankommt, die je nach den verschiedenen Arten sich abändern. Was die leblosen Körper betrifft, so ist es damit ganz anders, ihre Masse hat keine nothwendige Gränze. Marmor z. B. kann eben so gut unter der Form eines mikroskopisch kleinen Stückchens bestehen, als unter der Form eines ganzen Gebirges; eine Pflanze, ein Insekt, ein Vogel werden, ohne daß sie eine bestimmte Gränze erreichen, nie leben und niemals gewisse Gränzen überschreiten können, welche die Natur ihrem Wachsthum vorgeschrieben hat. Ein lebloser Körper kann auch mechanisch getheilt werden, ohne daß deßwegen seine auf diese Weise getrennten Theile ihrer Natur nach sich verändern und ihre wesentlichen Eigenschaften verlieren; die verschiedenen Theile einer und derselben Masse sind unter sich nicht auf eine nothwendige Weise verbunden; und nur allein in Gedanken kann man die Existenz eines unzertheilbaren mineralischen Individuums zulassen. Bei den Pflanzen und Thieren hingegen bilden die verschiedenen durch die Natur vereinigten Theile ein zur Existenz eines jeden von ihnen nothwendiges Gesammtes, ein einzi-

ges Ganzes, ein von der Umgebung unterschiedenes individuelles Wesen, welches nicht über einen gewissen Grad hinaus verstümmelt werden kann, ohne daß seine Existenz vernichtet würde.

§. 8. Andere, den lebenden Wesen angehörende Merkmale sind durch den innern Bau gegeben. Die lebenden Wesen sind immer aus festen und flüssigen Theilen zusammengesetzt; die letztern sind in mehr oder weniger beträchtlicher Proportion in allen Punkten der Masse verbreitet, und um diese Flüssigkeit zusammen zu halten, haben die festen Theile die Form dünner Blättchen oder Fäden, welche so angelegt sind, daß damit mehr oder weniger zusammengerückte Zwischenräume oder Höhlen umgeben werden können. Einer ähnlichen Einrichtung begegnet man in jedem belebten Körper, und man gibt dieser allgemeinen Struktur den Namen Organisation; aber in dem Mineralreiche sieht man niemals eine ähnliche Textur. Diese Bildungsweise ist für jedes lebende Geschöpf eine Bedingung des Daseins, und man wird deren Nothwendigkeit leicht begreifen, wenn man einen Augenblick über das nachdenkt, was wir von der Bewegung der Ernährung gesagt haben, welche die constanteste und bezeichnendste Erscheinung des Lebens ist. In der That: wenn diesen Körpern irgend eine Form gesichert sein soll, so müssen sie offenbar feste Theile haben; und sowohl um in ihrem innern Gewebe die fremdartigen Substanzen, welche bestimmt sind, damit einverleibt zu werden, eindringen zu lassen, als auch um nach außen solche Theile fortzuführen, die aufhören, ihnen anzugehören, bedarf es der Flüssigkeiten; denn nur diese allein bieten in ihren Molekülen Beweglichkeit genug dar, um zu einer solchen Bewegung zu dienen. Diese Flüssigkeiten mußten überall durchdringen können, wo es Leben zu unterhalten gab, sei es nun im Innern der festen Theile, oder sei es auf ihrer Oberfläche, und folglich mußten diese festen Theile nothwendig eine schwammige und gegitterte Textur haben. Es ist also unmöglich, die Existenz einer dem Ernährungsprozesse ähnliche Bewegung einzuziehen, ohne eine Art solcher Struktur, von der wir so eben sprachen, gelten zu lassen; und wie wir schon gesagt haben, so lehrt die Beobachtung, daß diese Organisation sich in allen belebten Geschöpfen, in den Vegetabilien wie in den Thieren, findet; auch gibt man diesen Wesen den allgemeinen Namen organisirte Körper, als Gegensatz zu den Mineralien, welche man unorganische Körper nennt.

§. 9. Endlich bietet selbst die Elementar- oder chemische Zusammensetzung des Stoffs wichtige Unterschiede zwischen dem Mineralreich und der großen Abtheilung der lebenden Wesen dar.

Ein lebloser Körper, z. B. ein Stein oder irgend ein Mineral, kann einzig und allein aus den Molekülen eines und desselben einfachen oder elementaren Stoffes gebildet sein, z. B. das Eisen oder der Schwefel, oder wohl aus dem Zusammentreten zweier oder mehrerer chemischer Elemente, deren Anzahl jetzt 50 übersteigt, hervorgehen. Die Natur hat sich in dieser Hinsicht keine Schranken gesetzt, und in jedem zusammengesetzten Mineral hat sie die constituirenden Elemente nur in sehr einfachen Proportionen zusammengestellt. — Die lebenden Wesen verhalten sich hierin ganz anders; sie haben immer eine sehr complizirte chemische Zusammensetzung, und um sich von der Natur der ihren Körper zusammensetzenden Stoffe genaue Rechenschaft zu geben, muß man diese Stoffe in drei Klassen bringen. In der That: unter diesen Substanzen kommen die einen auch im Mineralreiche vor und bieten bei den Thieren und Pflanzen nichts Besonderes dar; das Wasser und verschiedene Salze sind in diesem Falle und treten in die Klasse der unorganischen Körper ein. Andere Substanzen, welche man organisch nennen könnte, z. B. der Zucker und der Urin, gleichen durch die Art ihrer Zusammensetzung den ersteren sehr; allein sie bilden sich in der Natur nur unter dem Einfluß des Lebens. Endlich gibt es noch andere — der Eiweißstoff, der Faserstoff u. s. w., für welche man die Benennung organisirte Stoffe beibehalten muß, und welche den letztern ihrem Ursprunge nach gleichen, sich aber von ihnen, so wie von den leblosen Körpern in Beziehung auf ihren sehr wichtigen chemischen Charakter entfernen: sie sind immer das Resultat von drei oder vier bestimmten Elementen, nämlich dem Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, seien sie unter sich allein, oder seien sie noch mit einem vierten Element, dem Stickstoff, verbunden; sie sind merkwürdig durch ihren geringen Bestand und durch die Art und Weise, wie sie zerstört werden, indem sie in Fäulniß übergehen, sobald sie eine Zeitlang dem Einfluß warmer und feuchter Luft ausgesetzt sind; endlich differiren sie noch von den Mineralien durch die Art und Weise, wie die Moleküle constituirt sind; denn wie die Chemie uns lehrt, so geht jedes Atom eines organisirten Körpers aus der Verbindung einer sehr großen Atomenanzahl der verschiedenen, zu seiner Bildung vereinigten Elementen hervor, während in dem Mineralreiche jedes Atom eines zusammengesetzten Körpers nur eine sehr kleine Anzahl Elementaratome enthält. *

Diese organisirten Stoffe sind es nun, welche die wesentliche Grundlage aller belebten Theile der Thiere oder Pflanzen ausmachen, woraus sie gewissermaßen das Gewebe bilden, und die organischen und mineralischen Stoffe spielen in der Oekonomie dieser Wesen nur mehr oder weniger untergeordnete Rollen. Folglich ist jeder lebende Körper durch die Gegenwart dieser besondern Zusammensetzungen von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, oder wohl auch noch von Stickstoff, wenn er sich mit den drei eben genannten Elementen verbindet, chemisch bezeichnet; denn in dem Mineralreiche findet man keine ähnlichen Verbindungen.

§. 10. Es unterscheiden sich also die belebten Körper von den unbelebten durch ihre chemische Zusammensetzung, durch ihre innere Struktur und ihren allgemeinen Bau, durch ihre Entstehungsweise und die Art ihrer Existenz und ihrer Zerstörung. Um sie zu bezeichnen, ist es aber nicht nöthig, daß man alle diese Verschiedenheiten aufzählt; es genügt, wenn man sagt, daß es Wesen sind, welche sich ernähren und sich wieder erzeugen; denn dies sind die merkwürdigsten und allgemeinsten Erscheinungen, durch welche das Leben sich offenbart.

Was die Thiere und Pflanzen, als Gesammtheit betrachtet, wesentlich bezeichnet, ist also das Leben, dessen sich diese Geschöpfe erfreuen, und das Leben, selbst auf seinen einfachsten Ausdruck zurückgeführt, ist die Fähigkeit, sich zu ernähren; allein wir werden bald sehen, daß es nur selten in dieser Einfachheit hervortritt, und daß es im Allgemeinen die Ursache einer Menge anderer Erscheinungen ist.

§. 11. Die Wissenschaft besitzt über das Lebensprinzip nichts Gegebenes, sondern, wie man in der Physik die Ursache der Wärme mit dem Namen Wärmestoff bezeichnet, obschon man deren Ursache nicht kennt, so läßt man, um sich besser ausdrücken zu können, auch in der Physiologie das Vorhandensein einer speziellen Kraft als Ursache der Erscheinungen zu, welche an den lebenden Wesen vorgehen und welche nach den gewöhnlichen Gesetzen der Chemie und Physik unerklärlich bleiben. Für diese Kraft hat man den Namen Lebenskraft; allein man kennt noch nicht die sie regierenden Gesetze, man weiß nur, daß sie sich in den Organismen entwickelt, und daß diese

* So ist 1 Atom Kohlensäure aus 1 Atom Kohlenstoff und 2 Atomen Sauerstoff zusammengesetzt, während 1 Atom einer gewissen Fettart, bekannt unter dem Namen Stearin, 140 Atome Kohlenstoff, 134 Atome Wasserstoff und 5 Atome Sauerstoff zu enthalten scheint.

Körper zu ihrer Aeußerung in gewisse Umstände einer bestimmten Existenz gesetzt werden müssen. Ein zur Aeußerung der Lebenserscheinungen unumgänglich nothwendiger Umstand ist die Gegenwart einer gewissen Menge Wassers in den organisirten Geschöpfen. Es gibt Thiere und Pflanzen, bei welchen das Leben in Folge einer Vertrocknung vollständig suspendirt wird, und sich von Neuem zeigt, sobald man dem scheinbar todten Wesen die ihm nöthige Feuchtigkeit gibt; doch in den meisten Fällen zieht diese Wasserberaubung unmittelbar den Tod nach sich. Eine andere Lebensbedingung für die lebenden Geschöpfe besteht in dem Einfluße einer gewissen Temperatur. Endlich haben alle auch des Einflußes der Luft nöthig.

§. 12. **Organe.** Uebrigens äußert sich diese Lebenskraft nur durch Vermittlung von mehr oder weniger zahlreichen Organen, deren Gesammtheit den Leib der lebenden Wesen darstellt. Jede Erscheinung, die an einem Thiere oder einer Pflanze hervortritt, ist das Ergebniß der Thätigkeit eines bestimmten Theiles seines Leibes, und es besteht immer eine nothwendige Beziehung zwischen dem Bau dieses Theiles und der Natur der auszuführenden Verrichtung. So kann sich der Mensch nur durch die Vermittlung gewisser Organe, nämlich der Muskeln, bewegen, und zur Kenntniß seiner Umgebung nur durch die Sinnesorgane gelangen, und die Bildung eines jeden dieser Organe ändert sich je nach seinen Funktionen ab.

§. 13. **Die Beziehungen, unter welchen man die lebenden Wesen betrachtet.** Das Studium der Bildungsweise der Organe eines Thieres oder einer Pflanze bildet jenen Zweig der Naturgeschichte, welcher unter dem Namen Anatomie begriffen ist. Das Studium der Funktionen dieser Wesen trägt den Namen Physiologie.

Die Anatomie ist also jene Wissenschaft, welche uns den Bau eines organisirten Körpers kennen lehrt; die Physiologie ist die Wissenschaft des Lebens eines organisirten Körpers. Aber diese beiden Wissenschaften sind unter sich aufs Innigste verbunden, denn die Physiologie kann ohne die Anatomie nicht bestehen, und die Anatomie auf der andern Seite würde ihr ganzes Interesse verlieren, wenn man sie von der Physiologie trennen wollte.

In der That, um den Mechanismus zu verstehen, mit dessen Hülfe sich eine Lebenserscheinung erzeugt, muß man vor allen Dingen die materielle Disposition der Organe kennen, welche dessen Werkzeuge sind, und auf der andern Seite würde die Kenntniß der Struktur dieser Organe nur wenig Wichtigkeit haben, wenn sie nicht auch zu gleicher Zeit deren Gebrauch zu entdecken suchte. Die Anatomie und Physiologie bilden die Grundlage der Naturgeschichte der organisirten Wesen; indessen reichen diese zwei Wissenschaften zur Kenntniß der Thiere und Pflanzen nicht aus, diese müssen vielmehr noch unter ganz andern Beziehungen betrachtet werden. Man muß nämlich, um alle diese Körper, deren Anzahl ins Unermeßliche geht, von einander unterscheiden zu können, seine Zuflucht zur Beobachtung der besondern Eigenthümlichkeiten nehmen, welche sie darbieten, und deren man sich als charakteristischer Merkmale bedient, um sie mit Bestimmtheit von einander unterscheiden zu können.

Zur Erleichterung des Gedächtnisses muß man sie so abtheilen, daß dadurch die Unterschiede leicht hervorspringen, und sie so ordnen, daß die Stelle, den ein jedes von ihnen in dieser Eintheilung einnimmt, bezeichnend wird, d. h. daß man sie je nach den verschiedenen Graden der Aehnlichkeit oder Unähnlichkeit, welche sich in ihrer eigenthümlichen Natur ausspricht, gruppirt; denn mit Hülfe solcher Eintheilungen faßt man in wenig Worte die wichtigsten Punkte ihrer Geschichte zusammen. Die Betrachtung der Art und Weise, wie die Thiere und die Pflanzen auf der Oberfläche der Erde vertheilt sind, und der Gesetze, welche diese Vertheilung leiten, hat gleichfalls Interesse. Ein nicht geringeres Interesse bietet die Anwendung dar, die wir von diesen so verschiedenen Körpern machen. Endlich beschäftigt sich die Naturgeschichte nicht allein mit den Geschöpfen, die noch heute leben, sondern sie sucht auch die Spuren derjenigen auf, welche die Zeit zerstört hat, und durch die Untersuchung der fossilen, von alten Bewohnern in dem Schooße der Erde zurückgelassenen Ueberreste, gelangt sie zur Kenntniß deßen, was damals da war, als der Mensch selbst noch nicht auf Erden existirte.

Diese verschiedenartigen Studien theilen sich natürlich in zwei Zweige, je nachdem sie die Thiere oder die Pflanzen zum Gegenstande haben. Man gibt der Geschichte des Thierreichs den Namen Zoologie, und die Wissenschaft, welche die Vegetabilien abhandelt, heißt man Botanik. In diesem Theile werden wir uns nur mit den Thieren beschäftigen.

Allgemeine Unterscheidungsmerkmale der Thiere.

§. 14. **Die Unterschiede zwischen den Thieren und den Pflanzen.** Indem wir die organisirten Körper mit den leblosen in Vergleichung stellten, haben wir die hauptsächlichsten Unterscheidungsmerkmale, die das Thierreich von dem Mineralreich unterscheiden, vor Augen gestellt; diese Merkmale gehören auch dem Pflanzenreich an, denn sie sind an Alles, was lebt, gebunden, und da wir nun an die Beschreibung der Thiere kommen, so müssen wir auch die Differenzen angeben, welche sie von den Pflanzen trennen.

Die Gränze zwischen dem animalischen und dem vegetabilischen Reich ist nicht immer so leicht zu erkennen, als man im ersten Augenblicke glauben könnte, denn es gibt Geschöpfe von einer großen Einfachheit im Baue, die den Uebergang dieser zwei Gruppen zu machen scheinen, und der Naturforscher stößt hiebei manchmal auf sehr große Hindernisse, wenn er sie zu klassifiziren sucht; aber bei weitem in den meisten Fällen gibt es nichts Leichteres, als ein Thier von einer Pflanze zu unterscheiden, und die Ungewißheit, von der wir so eben sprachen, rührt vielleicht eher von der Unvollkommenheit unserer Kenntnisse her, als von der Natur der Dinge; auch ist es nicht unsere Sache, uns dabei aufzuhalten; und auf eine allgemeine Weise können wir sagen, daß die Thiere sich von den Vegetabilien durch Merkmale einer hohen Wichtigkeit unterscheiden, die gleichzeitig der Natur der Erscheinungen, durch welche das Leben dieser Wesen sich äußert, ihrer Bildungsweise und der chemischen Zusammensetzung der ihren Körper bildenden Hauptstoffe entnommen sind.

§. 15. Die Lebensverrichtung der Vegetabilien hat einzig und allein die Ernährung des Individuums und die Hervorbringung neuer Individuen zum Gegenstande. Bei den Thieren spricht sich das Leben in einer zusammengesetzteren Form aus: an das Ernährungs- und Reproduktionsvermögen schließt sich noch das an, Bewegungen, die einen bestimmten Zweck haben, unter dem Einflusse eines innern Triebes auszuführen, und sodann noch das Empfindungsvermögen oder das Vermögen, Eindrücke von außen in sich aufzunehmen und zum Bewußtsein zu bringen. Daher der Ausdruck — beseelte Wesen, ein Name, den man den Thieren gibt, im Gegensatz zu den Vegetabilien, welche man nichtbeseelte Wesen nennt.

Die **Pflanzen** sind demnach Körper, die sich ernähren und wieder reproduziren können, die aber nicht empfinden, noch sich freiwillig bewegen; die **Thiere** sind Körper, die sich ernähren, Individuen ihrer Art hervorbringen, empfinden und sich be-

wegen. Auch bestehen bedeutende Differenzen in der Art und Weise, wie die nämlichen Verrichtungen bei den Thieren und den Pflanzen vor sich gehen. So ist z. B. der Ernährungsakt nicht derselbe in den beiden großen Abtheilungen der lebenden Geschöpfen; die Unähnlichkeit vermögen wir jedoch erst dann anzugeben, wenn wir an das spezielle Studium dieser Funktionen kommen werden.

§. 16. Diese Differenzen in den Verrichtungen bedingen eine nicht minder bedeutende in der Bildung der Organe, deren Gesammtheit den Thier- oder Pflanzenleib bildet. Da die Thiere mit einer größeren Anzahl von Fähigkeiten begabt sind, so müssen sie nothwendigerweise verschiedenartigere Organe haben, und folglich in ihrer Organisation complicirter sein. Doch nicht allein in dieser Hinsicht sind die Thiere von den Pflanzen anatomisch verschieden; der innere Bau der ihre Organe bildenden Gewebe ist nicht einer und derselbe. Die Theile, welche diese Gewebe bilden und welche so zu sagen der organische Stoff einer Pflanze sind, bedingen wesentlich den Bau der Zellen, jener kleinen mit Seitenwänden versehenen und nach innen hohler blasenartiger Säcke; bei den Thieren ist es nicht eben so; die Gewebe sind aus Fäden oder Lamellen zusammengesetzt, welche sich so durchkreuzen, daß sie Lücken zwischen sich lassen, die sie nur unvollkommen umschließen, und mehr oder weniger schwammige Massen oder Häute zusammensetzen, aber niemals in eine Menge von einander unabhängiger Zellen getheilt sind, wie bei den Pflanzen. Es ist wahr, daß jene Fäden öfters aus der Vereinigung einer unermeßlich großen Zahl kleiner Körperchen, den Elementarkügelchen, hervorzugehen scheinen; aber diese außerordentlich kleine Kügelchen haben in ihrem Innern keine merkliche Höhlung, und gleichen folglich auch nicht den Zellen, von denen so eben die Rede war.

§. 17. Endlich muß man noch zu den unterscheidenden Merkmalen der Funktionen und des Baues der Thiere und Pflanzen, noch die hinzufügen, welche durch die chemische Natur dieser Wesen gegeben sind. Bei den Pflanzen bestehen die organisirten Stoffe, welche die Grundlage der lebenden Gewebe bilden, nur aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, während bei den Thieren zu diesen Elementen noch der Stickstoff hinzutritt. Es gibt zwar wohl auch in den Pflanzen stickstoffhaltige Stoffe, und bei den Thieren Zusammensetzungen ohne Stickstoff, aber diejenigen organisirten Stoffe, die zur Bildung der lebenden Theile wesentlich sind, bieten in den beiden Reichen auch die ebengenannte chemische Zusammensetzung dar.

§. 18. **Von den organischen Geweben und Organen der Thiere.** Wir haben schon einmal gesagt, daß die verschiedenen Elementarsubstanzen, besonders aber Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff zur Bildung solcher Stoffe zusammentreten, aus denen der Thierleib besteht; auch haben wir gesehen, daß es unter diesen Substanzen einige gibt, welche mit dem Namen organisirte Substanzen bezeichnet sind, und welche die wesentliche Grundlage aller durch die Lebenskraft belebter festen Theile sind. Diese organisirten Stoffe sind weniger unter sich verschieden, als man voraussetzen könnte, denn bei allen Thieren scheint das Gewebe dieser lebenden Theile hauptsächlich aus einer Substanz, dem Eiweiß, oder aus Faserstoff (Fibrine), eines wahrscheinlich nur wenig veränderten Eiweißes, zusammengesetzt zu sein. Alle festen Theile des thierischen Leibes gleichen sich auch durch die Gegenwart einer beträchtlichen Menge Wassers, welches zwischen ihre Molekülen eingelagert ist, und sehr dazu beiträgt, um ihnen Beweglichkeit, Weichheit und die andern physischen Eigenschaften zu geben, deren sie zu ihren Funktionen, zu welchem sie in der Oekonomie bestimmt sind, bedürfen. Aber die Art der Zusammenfügung (Textur) der so gebildeten festen Theile ändert sich bedeutend ab, und man nennt organische Gewebe diejenigen Partien, welche sich ihrerseits zur Bildung der Organe vereinigen, und davon, so zu sagen, die Materialien sind.

§. 19. Der hauptsächlichsten organischen Gewebe der Thiere sind es drei, nämlich: das Muskelgewebe, das Nervengewebe und das Zellgewebe.

Das Muskelgewebe ist das, was man im gemeinen Leben das Fleisch der Thiere nennt; es vermittelt alle hervorgebrachte Bewegungen derselben und besteht immer aus Fibern, welche sich verkürzen können. Manchmal liegen diese Fasern gleichsam in der Substanz der Thiere zerstreut; andere Male sind sie zu Massen vereinigt und bilden die Muskeln. Doch, welches auch ihre Anordnung sei, so erkennt man sie immer an ihrer Zusammenziehungsfähigkeit, und in dem Körper des Menschen, so wie in dem der meisten Thiere begegnet man ihnen überall, wo Bewegungen auszuführen sind.

Das Nervengewebe ist eine weiche und gewöhnlich weißliche Substanz, es bildet das Gehirn und die Nerven, und ist der Sitz des Empfindungsvermögens; bei der Abhandlung der Funktionen, die sich auf die Außenwelt beziehen, werden wir Gelegenheit haben, deren Eigenschaften und Nutzen kennen zu lernen.

Das Zellgewebe endlich, welches man wegen seines geglätteten und schwammigen Gefüges so nennt, ist von allen, unsere Organe bildenden Stoffen das verbreitetste. Bei den einfachsten Thieren scheint es beinahe den ganzen Körper zu bilden; und bei denjenigen, welche, wie der Mensch, einen zusammengesetzteren Bau haben, besteht dieses Gewebe in einer mehr oder weniger dicken, zwischen den Organen liegenden Schichte; es füllt die Zwischenräume aus, welche diese Theile unter sich lassen, und findet sich auch im Innern ihrer Substanz vor, wo sie zur Vereinigung der verschiedenen Theile dient, aus denen sie sich zusammensetzen, und ebenso auf ihrer Oberfläche, wo es die verschiedenen Apparate der Oekonomie zu verbinden sucht; es sind alle Organe gewissermaßen zwischen dasselbe eingelagert, und indem es sich auf verschiedene Weise abändert, so gibt es den Häuten und einer Menge anderer Gewebe die Entstehung; auch setzt sich das Fett in seinem Innern ab.

Dieses Gewebe ist eine weißliche, halbdurchsichtige und sehr elastische Substanz, welche aus Fäden und aus kleinen mehr oder weniger festen und so unregelmäßig vereinigten Lamellen bestehen, daß diese unter sich Lücken oder Zellen von veränderlicher Größe lassen. Diese Zellen haben nur unvollständige Seitenwände und sind von einander bloß durch eine Art Filz getrennt, auch stehen sie alle mit einander in Verbindung und gestatten den Flüssigkeiten, welche durch sie hindurchzudringen streben, einen leichten Durchgang; endlich sind sie immer von einer wässerigen Flüssigkeit imbibirt, welche mit eiweißartigen Theilchen angefüllt und unter dem Namen seröse Flüssigkeit bekannt ist.

Die andern organischen Gewebe, welche in Verbindung mit den vorhergehenden zur Bildung der verschiedenen Theile des thierischen Leibes beitragen, sind die von den Anatomen unter den Namen seröse Häute und Schleimhäute bezeichneten Membrane, die verschiedenen Abänderungen von Muskelgewebe, das Knochengewebe, die Knorpel ꝛc., allein allem Anscheine nach sind diese Gewebe nur Modifikationen des Zellgewebes, welches bald, wie in den serösen Häuten, in großen dünnen und glatten Blättern oder Schichten sich ausdehnt, bald wie in dem Knochengewebe mit besondern organischen Produkten sich beladet und durch Absetzung mineralischer Stoffe in den Zwischenräumen seiner Substanz sich verhärtet. Was das tiefere Studium dieser Gewebe betrifft, so

wird es im Verlaufe dieses Buches seine Stelle finden.

§. 20. Diese verschiedenartig zusammengesetzten und besondere Formen bestimmenden Gewebe bilden die verschiedenen Organe oder Werkzeuge, mit deren Hülfe ihre Kräfte sich äußern.

Wenn mehrere Organe zur Hervorrufung einer Erscheinung zusammenwirken, so nennt man diese Vereinigung einen Apparat; Funktion oder Verrichtung nennt man die Thätigkeit eines dieser einzelnen Organe oder eines dieser Apparate. Man sagt z. B. Bewegungsapparat, um die Gesammtheit derjenigen Organe zu bezeichnen, die dazu dienen, daß sich das Thier von einer Stelle zur andern bewegen könne, und Funktion der Bewegung, um die Thätigkeit aller dieser Theile zu bezeichnen. Die Art und Weise, wie ein Organ oder Apparat wirkt, hängt, wie bereits erwähnt, von seiner Bildung ab, und zwar so, daß der Bau der Thiere sich ebenso sehr als ihre Fähigkeiten und Lebensweise abändert. Bei solchen Thieren, deren Fähigkeiten sehr enge begränzt sind, stellen die in ihrer Gesammtheit den Körper bildenden Organe die geringste Verschiedenheit dar, während bei solchen, deren Funktionen die verschiedenartigsten sind, und deren Leben gleichsam das vollkommenste ist, auch die Organe sich vermehren, und der Körper einen zusammengesetzteren Bau darbietet.

§. 21. **Klassifikation der thierischen Funktionen.** Die thierischen Funktionen beziehen sich auf zwei Objekte, — die Erhaltung des Individuums, und die Erhaltung seiner Gattung; aber unter den ersteren muß man noch eine wichtige Unterscheidung begründen: die einen haben die Erhaltung und Vergrößerung des Leibes zu sichern; die andern haben das Thier in Beziehung zu der sie umgebenden Welt zu bringen.

Es geht daraus hervor, daß die Funktionen dieser Geschöpfe sich in drei große Klassen bringen lassen, nämlich in die Funktionen der Ernährung, die Funktionen der Beziehung und die Funktionen der Zeugung. Die der Ernährung und der Fortpflanzung sind, wie wir schon gesehen haben, den Thieren und Pflanzen gemein; auch gibt man ihnen den Collektivnamen vegetabilisches Leben; allein die Funktionen, die sich auf die Außenwelt beziehen, existiren nur bei den ersteren, und bilden das, was die Physiologen thierisches Leben nennen.

Jede dieser großen physiologischen Abtheilungen theilt sich ihrerseits noch in mehrere Reihen von Erscheinungen, welche, obwohl nach einem und demselben Endzwecke hinstrebend, doch mehr oder weniger unter sich verschieden sind; endlich ist im Allgemeinen jede dieser Erscheinungen das Resultat der Thätigkeit verschiedener Agenzien. Die Ernährung eines Thieres z. B. geschieht nur durch den Zusammenfluß verschiedener Funktionen, wie Verdauung, Blutumlauf, Respiration ꝛc.; der Verdauungsprozeß besteht seinerseits wieder aus einer mehr oder weniger beträchtlichen Anzahl verschiedener Akte, z. B. dem Kauen, dem Verschlucken, der Umbildung der Nahrungsstoffe in Chymus, der Erzeugung des Chylus oder Extraction der wesentlich ernährenden und in dem Chymus enthaltenen Theile, der Absorption dieses Chylus und dem Ausstoßen des nunmehr in der Oekonomie unnützen Residuums; endlich sind das Zerkauen, das Verschlucken und alle jene Akte, welche wir so eben aufzählten, selbst nur das Ergebniß verschiedener besonderer Erscheinungen, z. B. die Muskelbewegung, wovon die wechselseitige Annäherung und Entfernung der Kinnladen abhängt, und die Erzeugung der zur Veränderung der Nahrungsmittel geeigneten Säfte.

§. 22. Uebrigens gibt es nichts Verschiedenartigeres, als die Art und Weise, womit die thierischen Funktionen vor sich gehen; und da der Bau ihrer Organe immer in vollkommener Harmonie mit dem Gebrauche steht, zu welchem die Natur sie bestimmt hat, so besteht auch eine erstaunenswürdige Verschiedenheit in der Organisationsweise dieser Geschöpfe. Bei den einen sind die Fähigkeiten begränzter und der Bau ist einfacher; bei andern zeigt dieser Bau eine außerordentliche Zusammensetzung, und das Leben äußert sich in den verschiedenartigsten Erscheinungen. In dem Maße, als wir im Studium der thierischen Funktionen vorrücken, werden wir auch diese Verschiedenheit bezeichnen; und wenn es uns die Zeit erlauben würde, so könnten wir bei jedem Schritte neue Beweise von der bewundrungswürdigen Uebereinstimmung geben, welche zwischen der Organisationsweise jedes dieser Wesen und der Lebensweise herrscht; allein erst dann, wenn wir alle Funktionen durchgenommen haben werden, werden wir uns bei diesen Betrachtungen aufhalten, denn nur alsdann werden unsere Leser deren ganze Wichtigkeit auffassen können. Wir wollen nun die Betrachtung der thierischen Hauptfunktionen beginnen, und uns zuerst mit solchen beschäftigen, welche die Lebenserhaltung des Individuums, d. h. die Funktionen der Ernährung zum Gegenstande haben.

Betrachtung

der hauptsächlichsten thierischen Funktionen.

1. Von den Funktionen der Ernährung.

§. 23. Die Ernährung der lebenden Wesen besteht, wie wir schon gesagt haben, in der Einführung gewisser fremder Stoffe in das Innere der Gewebe, deren Gesammtheit den Körper bildet, der Assimilation, der Fixirung und Organisation der eingeführten Stoffe; endlich besteht sie im Ausstoßen der Moleküle, die sich von den lebenden Theilen absondern, und alten, außer Gebrauch gesetzten Stoffen, deren sich die Oekonomie zu entledigen hat, verglichen werden können.

Es ist also evident, daß die erste zur Erzeugung dieser innern Erscheinung der Molekular-Zusammensetzung und Zerlegung nothwendige Bedingung in dem Vermögen besteht, fremdartige Stoffe zu absorbiren, d. h. sich von ihnen durchdringen zu lassen, sie von außen anzuziehen, und sie bis in das Innere der Organe zu bringen. Die Absorption oder Einsaugung ist in der That eine allen lebenden Wesen gemeinsame Funktion.

§. 24. Bei den Pflanzen reicht dieses einzige Vermögen zum Einführen aller für die Ernährung dieser Wesen nöthigen Stoffe hin, und sie können unmittelbar Alles, was in die Substanz ihrer Organe dringen soll, aus ihrer Umgebung schöpfen; aber bei den Thieren ist es nicht eben so. Diese lassen zwar einen Theil neuer Stoffe zu, welche sie dem Gewebe ihrer Organe einverleiben sollen; aber sie sind um sich herum nicht die Totalität dieser völlig zubereiteten Stoffe, und sie haben erst nöthig, den größten Theil der ernährenden Stoffe zu ihrem Gebrauche zuzurichten, ehe sie dieselben absorbiren. Diese vorläufige Arbeit, diese Zubereitung der Nahrungsstoffe, die nöthig ist zu ihrer Einführung in die thierische Oekonomie auf dem Wege der Absorption, bildet die Erscheinung der Verdauung, und kann als eines der Hauptmerkmale der Thiere bezeichnet werden, wenn man sie mit den Pflanzen vergleicht.

§. 25. Also durch die Absorption werden die entweder unmittelbar von außen aufgenommenen oder die erst durch den Verdauungsprozeß zubereiteten Stoffe in dem Innern des thierischen Haushaltes aufgenommen, wo sie sich mit den Säften des Körpers mischen. Die Flüssigkeiten ergießen sie alsdann überall dahin, wo sie eindringen sollen; manchmal geschieht dies sehr langsam und nur durch Vermittlung eines dem analogen innern Phänomens, welches ihre Einführung in den Körper, d. h. die Absorption bestimmt hat; aber bei fast allen Thieren ist die schnelle und regelmäßige Vertheilung der Nahrungsstoffe in allen Theilen der Oekonomie durch die Existenz von Strömungen gesichert, welche unaufhörlich den ganzen Körper durchlaufen und welche zu gleicher Zeit dazu dienen, um die vermittelst des Ernährungsprozesses von der Substanz der Organe entfernten Moleküle weiter fortzuführen. Diese Bewegung des ernährenden Fluidums wird durch die Thätigkeit eines mehr oder weniger zusammengesetzten Apparats bestimmt, und bildet eine dritte große Funktion der Ernährung, nämlich die des Blutumlaufs.

§. 26. Indem diese Flüssigkeit auf diese Weise in der Substanz der Organe circulirt, verliert es bald die Eigenschaft, das Leben zu unterhalten; aber um seine belebende Eigenschaft wieder zu finden, reicht ihm die Berührung mit der Luft hin. Durch diesen Contact nimmt es ein besonderes Prinzip, den Sauerstoff, auf, welches seine Eigenschaften modifizirt und gleichzeitig damit sich anderer Stoffe, deren Gegenwart der Oekonomie schädlich sind, entledigt. Diese Beziehungen zwischen der Luft und dem Blute bilden das Phänomen der Respiration oder des Athmens; diese Funktion ist, wie die Absorption und die Verdauung, einer der Hauptakte des vegetabilischen Lebens der Thiere.

§. 27. Die Verdauung, die Absorption, die Respiration und der Blutumlauf sind vorbereitende Akte für das wesentliche Phänomen der Ernährung; diese besteht in der Fixirung der neuen Moleküle mit der Substanz der lebenden Gewebe, der Assimilation dieser Moleküle mit denjenigen, die schon gebildet sind, ihrer Organisation und ihrer Theilnahme an dem gemeinsamen Leben der auf diese Weise zusammengesetzten Gesammtheit. Diese Arbeit wird von den Physiologen mit dem Namen Assimilation oder eigentliche Ernährung bezeichnet.

§. 28. Die in Folge der Erneuerung der Moleküle aus den Geweben entfernten Stoffe, welche keinen Antheil mehr am Leben haben und gleichsam der Oekonomie fremd geworden sind, dürfen nicht mehr darin bleiben, und damit ihr Austritt möglich sei, so müssen die Thiere wie die Pflanzen nothwendig der Sitz einer der Absorption entgegengesetzten Erscheinung sein. Dieses findet auch wirklich Statt; die Art und Weise der Exkretionen ist aber nicht immer identisch; bald ist es ein einfacher mechanischer Durchgang der flüssigsten Stoffe der Feuchtigkeit; bald ist es eine chemische Arbeit, welche die Abscheidung besonderer Flüssigkeiten bewerkstelligt, deren Natur wesentlich von der des ernährenden und sie liefernden Fluidums differirt. Man gibt dem ersteren dieser Phänomene den Namen Ausdünstung, und dem zweiten den der Sekretion; und auf diesen beiden Wegen bereitet die thierische Oekonomie die besonderen,

zur Ausübung der verschiedenen Funktionen nöthigen Säfte in derselben Zeit, als sie sich von Allem befreit, was ihr unnütz ist.

Die Funktionen der Ernährung bestehen also wesentlich in der Absorption, der Verdauung, der Circulation, der Respiration, der Assimilation, der Ausdünstung und den Sekretionen. Diese großen Akte sind es folglich, welche wir jetzt nach und nach zu betrachten haben.

Von der Absorption.

§. 29. Die Absorption ist ein Akt, durch welchen die lebenden Wesen in die Masse ihrer Flüssigkeiten, die Substanzen, von welchen sie umgeben, oder welche in dem Innern ihres Körpers niedergelegt sind, gleichsam pumpen und durch sie hindurchdringen lassen.

Es bedarf nur einer kleinen Anzahl Versuche, um die Existenz dieses absorbirenden Vermögens zu beweisen. Wenn man einen Frosch in Wasser eintaucht, jedoch so, daß die Flüssigkeit nicht durch den Mund des Thieres eindringen kann, so findet man am Ende einer gewissen Zeit sein Gewicht vermehrt: diese Zunahme nun, welche in günstigen Umständen sogar ein Drittheil des Totalgewichtes des Thieres beträgt, kann in der That nur von der Auffaugung des Wassers auf der äußern Oberfläche des Körpers herrühren. Es bestehen jedoch auf der Oberfläche der Haut oder des Magens weder Poren,* noch irgend solche Oeffnungen, die direkt in die Blutgefäße führen, und zum Durchgang der aufgefangten Flüssigkeiten dienen. Aber die Gewebe, welche diese Organe bilden, sowie die Gewebe aller andern Körpertheile, haben eine mehr oder weniger spongiöse Struktur, und sind alle mehr oder weniger für die Flüssigkeiten durchdringbar (permeable).

In der That, diese Gewebe werden immer sowohl in dem lebenden, als in dem todten Körper von den Flüssigkeiten getränkt, in welche sie gelegt worden, und lassen sich durch dieselben mehr oder weniger leicht durchdringen.

§. 30. **Der Mechanismus der Absorption.** Die Permeabilität, welche den festen Theilen der organisirten Körper eigen ist, reicht schon hin, um zu begreifen, wie die Auffaugung möglich sei. Mit Hülfe dieser Eigenschaft der lebenden Gewebe können zwar die Flüssigkeiten überall Zutritt haben, aber nicht herbeigezogen werden; und damit sie in das Innere der Organe eindringen, müssen sie nothwendig durch irgend eine Kraft dazu bestimmt werden.

Die Capillaranziehung** trägt bedeutend zur Erzeugung dieser Imbibition bei; doch ist sie nicht die einzige Kraft, welche in diesem Sinne wirkt, und um sich eine richtige Vorstellung von dem Mechanismus zu machen, mit dessen Hülfe die Flüssigkeiten in die Substanz der organischen Gewebe dringen, bedarf es der Kenntniß eines sehr interessanten Phänomens, welches vor einigen Jahren von Dutrochet entdeckt, und welchem der Name Endosmose gegeben wurde.

Dieser Physiologe hat bewiesen, daß, wenn man Gummiwasser in einen kleinen häutigen Sack, aus dem eine Röhre heraustritt und der in reines Wasser eingetaucht ist (Fig. 1), einschließt, diese letztere Flüssigkeit in das Innere des Apparats tritt, und sich in der Röhre zu einer beträchtlichen Höhe erhebt. Es ist also eine wahrhafte Absorption, und die sie bewirkende Kraft wirkt oft energisch genug, um einer mehrere Centimeter hohen Wassersäule das Gleichgewicht zu halten. Wenn man hingegen Gummi- oder Zuckerwasser außerhalb des häutigen Sackes bringt, und das reine Wasser in sein Inneres, so findet der Uebergang im umgekehrten Sinne Statt, und der Sack, anstatt sich zu füllen, entleert sich.

Fig. 1.

Diese Erscheinung hat die größte Aehnlichkeit mit den bei den lebenden Wesen stattfindenden Absorption und läßt sich leicht erklären. Wir haben gesehen, daß die organischen Häute gleich allen schwammigen oder porösen Körpern sich von den Flüssigkeiten durchdringen lassen; aber die Leichtigkeit, mit welcher dieser Uebergang stattfindet, ändert sich, je nachdem diese Flüssigkeiten mehr oder weniger dünn sind und mehr oder weniger leicht diese Art Filtrum durchnetzen. Wenn die beiden in dem Innern oder Aeußern des häutigen Beutels sich befindlichen Flüssigkeiten mit der nämlichen Schnelligkeit die Seitenwände dieser Höhle durchdringen würden, so würden sie sich gleichfalls mischen, und dasselbe Niveau würde sich innen und außen am Apparat herstellen. Aber wenn die äußere Flüssigkeit durch die Seitenwände des Sackes leichter hindurchgeht, als die innere, so wird der Durchgang von außen nach innen schneller sein, als der in umgekehrter Richtung, und die Flüssigkeit wird sich im Innern des Apparates anhäufen. Dieses findet nun bei der Endosmose Statt; das Wasser, welches den das Gummiwasser einschließenden Sack benetzt, sickert leicht durch die Wände desselben hindurch, und wenn es innen angekommen ist, vereinigt es sich mit dem Gummi, und bildet auf diese Weise eine neue Flüssigkeit, deren Durchgang durch diese nämlichen Wände um so schwieriger sich bewerkstelligt, je beträchtlicher die Gummimenge ist: es häuft sich nun darin an und erhebt sich in der vertikalen Röhre, welche mit dem häutigen Behälter communizirt.

§. 31. Die organisirten Körper, welche die sie umgebenden Flüssigkeiten von außen auffangen, befinden sich in denselben Umständen, wie der ebenerwähnte häutige Behälter; es ist also zu vermuthen, daß die nämlichen Wirkungen auch analogen Ursachen entsprechen, und daß die Hauptkraft, welche den Durchgang der absorbirten Substanzen durch die lebenden Membranen bestimmt, die nämliche ist, welche das Phänomen der Endosmose erzeugt.

§. 32. **Die Organe der Absorption.** Bei gewissen Thieren der untern Klassen, deren Bau sehr einfach ist, und deren Fähigkeiten sehr beschränkt sind, besteht die Absorption nur in einer Art Imbibition, von der wir so eben sprachen. Durch einen und denselben Mechanismus dringen die fremdartigen Substanzen in das Innere der festen Theile ein, mit denen sie in Berührung sind, um sich mit den die hohlen Räume dieser Organe ausfüllenden Flüssigkeiten zu mischen; sie verbreiten sich alsdald in dem übrigen Körper und dringen ins Innere aller Gewebe ein. Bei den Thieren mit regelmäßigem Blutumlaufe geht die eigentliche Absorption oder der Durchgang der fremden Substanzen von außen nach dem Innern der Oekonomie immer auf dieselbe Weise vor sich, wie bei den weniger vollkommenen Wesen;

* Die Poren, die man auf der Oberfläche der Haut bemerkt, gehen nicht durch diese hindurch, sondern führen nur in kleine Höhlungen, die in ihrem Innern eingelagert sind, und zur Sekretion verschiedener Feuchtigkeiten und zur Haarbildung dienen; wir kommen auf die Struktur der Haut weiter zurückkommen, wenn wir den Tastsinn abhandeln werden.

** Man gibt in der Physik den Namen Capillaranziehung der Anziehung, die sich zwischen den Flüssigkeiten und den Seitenwänden einer sehr engen Röhre oder der Oberfläche irgend eines in dieselben theilweise eingetauchten Körpers zeigt, und die Erhebung eines Theils der Flüssigkeit über die ursprüngliches Niveau oder ihr Sinken verursacht. Diese Kraft tritt besonders in dem Innern sehr enger Röhren hervor und bestimmt jedesmal das Steigen der Flüssigkeit, wenn diese die Wände der Röhre benetzen kann, und somit folglich in ihrem Innern eine concave Oberfläche bat. Durch die Wirkung der Capillarität steigt das Oel in dem Docht einer Lampe, und das Wasser verbreitet sich rasch in einem Stück Zucker, dessen unterer Theil blos in die Flüssigkeit getaucht wird.

aber von dem Augenblicke an, wo diese Substanzen in die Gefäße eindringen, welche die Gewebe durchziehen und sich mit den ernährenden Säften des Körpers mischen, gehen die Sachen ganz anders vor sich; denn anstatt fortzufahren, sich von einem Punkt zum andern durch die Imbibition in den verschiedenen Theilen zu verbreiten, werden sie durch die mehr oder weniger schnellen Strömungen fortgerissen, und unmittelbar in alle Punkte, wohin das Blut selbst dringt, vertheilt. Man sieht also, wie die Absorption dieser Stoffe und der Uebergang derselben in das Innere des Lebenshaushaltes nicht mehr ein einziger Akt sind, sondern sich aus zwei Reihen vollkommen unter sich unterschiedener Erscheinungen zusammensetzen; die einen, als rein örtlich, bestehen in der Imbibition der Gewebe und in dem Gemische der Stoffe, die mit den in den Gefäßen dieser Theile enthaltenen Feuchtigkeiten absorbirt worden sind; die andern, von der allgemeinen Circulation abhängig, bestehen in dem Uebergange dieser nämlichen Substanzen in die jenigen Theile, welche von den zuerst durchdrungenen entfernter liegen.

§. 33. Bei allen diesen Wesen ist das Blut, welches die Organe da durchläuft, wo die Absorption stattfindet, und welches in den Venen zum Herz zurückkehrt, um sich dann von Neuem in das Innere der verschiedenen Gewebe zu bewegen, das Hauptagens, mit dessen Hülfe sich der Uebergang bewerkstelligt. Es folgt daraus, daß die Venen bei den mit einem Circulationssystem versehenen Thieren eine sehr wichtige Rolle in der Absorption spielen, und daß sich bei weitem in den meisten Fällen darauf ihr Darzuschentreten die Flüssigkeiten von einem benetzten, begränzten Punkte des Körpers aus in dem ganzen Lebenshaushalt ausbreiten.

§. 34. Bei einer großen Anzahl von Thieren geschieht die Absorption nur durch die Vermittlung der Blutgefäße; aber bei dem Menschen und den meisten andern Thieren mit einem zusammengesetzteren Bau besteht ein System von Kanälen, welche zu dem gleichen Zwecke dienen, und ganz speziell die Bestimmung zu haben scheinen, gewisse Substanzen zu absorbiren. Dieses ist der Apparat der Lymphgefäße. Diesen Namen gibt man den Kanälen, welche im Innern der verschiedenen Organe aus äußerst feinen Würzelchen entstehen, und nach ihrer allmälgen Vereinigung zu mehr oder weniger dicken Stämmen in die Venen einmünden. Ihre Seitenwände sind durchscheinend und äußerst zart; sie communiziren unter sich häufig durch Anastomose * und vereinigen sich allmälig zur Bildung dickerer Aeste, welche sich ihrerseits wieder verbinden, um Stämme von einem mehr oder weniger beträchtlichen Durchmesser zu bilden. Bei dem Menschen und den übrigen Säugethieren findet man sie fast in allen Theilen des Körpers, sei es unter der Haut, oder sei es noch tiefer unten, und der größte Theil dieser Gefäße endet in einem dicken Stamm, dem Brustgang, welcher zum Unterleibe und der Brust vor der Wirbelsäule aufsteigt und in eine große über dem Herzen links der Basis des Halses gelegenen Beule tritt, welche linke Schlüsselvene genannt wird; andere aber öffnen sich einzeln in die Vene der entgegengesetzten Seite des Halses, oder selbst manchmal in verschiedene, ihrem Ursprunge näher gelegene Blutgefäße. Man sieht sie mitten durch kleine unregelmäßig abgerundete und an den Achselhöhlen, dem Schambuge, dem Halse, in der Brust und dem Unterleibe gelegenen Organe gehen (siehe Fig. 26). Der Bau und Zweck dieser Körper ist noch wenig bekannt; man nennt sie Lymphknoten. Endlich findet sich im Innern der lymphatischen Gefäße eine große Zahl Transversalfalten, welche die Funktionen der Klappen ausüben, und das Zurückfließen der in ihrer Höhlung enthaltenen Flüssigkeiten verhindern.

Man hat das Vorhandensein der lymphatischen Gefäße bei den Vögeln, den Reptilien und den Fischen nicht weniger genau als bei den Mammiferen (Säugethieren) nachgewiesen. Bei verschiedenen Reptilien, z. B. dem Frosche, bietet dieser Apparat eine zusammengesetztere Struktur dar als bei den höheren Thieren, denn die lymphatischen Gefäße sind mit einer gewissen Anzahl zusammenziehbarer Behälter in Communikation, welche auf eine regelmäßige Weise schlagen und als lymphatische Herzen betrachtet werden können.

§. 35. Die in den lymphatischen Gefäßen enthaltene Flüssigkeit heißt Lymphe. Im Normalzustande ist sie schwach gelblich und durchscheinend; unter dem Mikroskop entdeckt man darin farblose Kügelchen, welche rund zu sein scheinen und kleiner sind als die rothen Kügelchen, von deren Vorhandensein im Blut wir bald sprechen werden; sich selbst überlassen, gerinnt sie nach und nach wie diese letztere Flüssigkeit, nur mit weniger Energie; wenn man sie der chemischen Analyse unterwirft, so zeigt sie sich aus Wasser, Eiweißstoff, Faserstoff und verschiedenen Salzen zusammengesetzt.

Von den Bewegungen der Lymphe im Innern der lymphatischen Gefäße weiß man nur wenig; wie wir beim Studium der Verdauung sehen werden, so steigt diese Flüssigkeit manchmal mit viel Energie in den Brustgang, und zuletzt mischt sie sich immer mit dem Blute in den großen an dem Herzen gelegenen Venen.

§. 36. Nichts ist leichter, als die Absorption zu beweisen, welche durch die Vermittlung der lymphatischen Gefäße in gewissen Organen stattfindet; zu diesem Zwecke ist es schon hinreichend, wenn man den Bauch eines Thieres öffnet, dessen Verdauung in voller Thätigkeit ist, denn alsdann findet man alle lymphatischen Gefäße des Darmkanals mit einer milchartigen Flüssigkeit angefüllt, die aus den Nahrungsstoffen genommen sind, während sie bei einem nüchternen Thiere beinahe leer und farblos erscheinen.

Die Absorption, welche direkt durch die Venen stattfindet, ist gleichfalls durch Experimente an lebenden Thieren nachgewiesen worden, und man hat selbst dargethan, daß durch die Vermittlung dieser Gefäße der größte Theil der aufgesaugten Stoffe in den Lebenshaushalt eindringt; die lymphatischen Gefäße dienen hauptsächlich zur Einführung der durch die Verdauung verarbeiteten Nahrungsproduckte, und wahrscheinlich auch zur Absorption des durch den Nahrungsprozeß im Innern aller Theile der Oekonomie gelieferten Restbuums.

§. 37. **Die Umstände, welche auf die Absorption Einfluß haben.** Nach dem, was wir über den Vorgang der Absorption sagten, werden wir leicht begreifen, welches die auf den Gang dieser Funktion nothwendig influirenden Hauptumstände sind.

Da die erste Bedingung jeder Absorption die Durchdringbarkeit der zwischen die zu absorbirenden Substanz und den zu ihrem Fortschaffen dienlichen Flüssigkeiten gelegten Gewebe ist, so ist es evident, daß, bei übrigens gleichen Umständen, dieses Phänomen um so rascher vor sich gehen muß, als dieses Gewebe selbst eine weitere und schwammigere Textur darstellt.

Ein anderes, ebenfalls aus den schon erklärten Thatsachen hergeleitetes Prinzip ist dieses, daß, bei übrigens lauter gleichen Umständen, die Schnelligkeit der Absorption von dem größern oder kleinern Reichthum der Gefäße in den ihnen zum Sitze dienenden Gewebe abhängt.

* Man versteht unter Anastomose die Einmündung oder unmittelbare Vereinigung zweier Gefäße unter sich.

Es ist in der That die weite und schwammige Struktur der festen Theile unter allen physischen Eigenschaften diejenige, welche die Imbibition noch mehr erleichtern muß, und da die Venen der hauptsächlichste Weg sind, durch welche die absorbirten Substanzen sich fern hin in der Oekonomie verbreiten, so ist der Einfluß der größern oder kleinern Zahl dieser Gefäße und ihrer Größe zu evident, um noch eine weitere Erklärung nöthig zu machen.

In den meisten Fällen reichen schon diese zwei Gesetze zur Erklärung der großen Unterschiede hin, welche man an der Schnelligkeit der in den verschiedenen Theilen des Leibes stattfindenden Absorption bemerkt; auf diese Verschiedenheiten machen sie uns schon zum Voraus aufmerksam bei der bloßen Betrachtung der anatomischen Disposition unserer Organe.

So ist die Lunge, deren Struktur und Funktionen wir später kennen lernen werden, unter allen Theilen der thierischen Oekonomie derjenige, welchem die am meisten schwammige Struktur eigen und dessen Gefäßsystem das entwickelte ist. Daraus folgt, daß die Absorption in diesem Organe rascher als sonst irgendwo sein muß, und durch Versuche ist man auch wirklich zu diesem Ergebniß gekommen. Die weiche und weißliche Substanz, welche man zwischen allen Organen findet und welche man Zellgewebe nennt, gestattet ebenfalls sehr leicht den Flüssigkeiten einen Durchgang, allein man trifft darin weit weniger Blutgefäße an, als in dem Gewebe der Lungen: auch verrichtet sich die Absorption weniger schnell, als in diesen Organen, ist aber nichts desto weniger sehr schnell. Die Haut dagegen zeigt eine sehr dichte Textur, und ihre Oberfläche ist mit einer wenig durchdringbaren Decke, der Epidermis, versehen; die Blutgefäße sind darin im Allgemeinen klein und nicht zahlreich; und die Absorption geht, wie man es von diesem anatomischen Bau nicht anders erwarten kann, sehr schwierig vor sich. Die geringe Durchdringbarkeit erklärt uns auch, warum wir ohne Gefahr den größten Theil der heftigsten Gifte berühren können, wofern nur die Haut der Hände unverletzt ist, denn alsdann ist die Absorption beinahe Null; während die schwersten Unfälle und selbst der Tod durch eine Berührung dieser nämlichen Substanzen an einem Punkte, wo die Haut durch einen Schnitt verletzt oder auch nur seiner Oberhaut beraubt ist, herbeigeführt werden können.

Ein anderer Umstand, der gleichfalls einen sehr großen Einfluß auf die Lebhaftigkeit der Absorption ausübt, ist der Zustand der mehr oder weniger großen Vollsäftigkeit (plethora)* des Thieres.

Die Quantität der Flüssigkeiten, die in dem Körper eines lebendigen Thieres enthalten sein kann, hat eben so ihre Gränzen, wie die mit dem Leben noch vereinbare Vertrocknung. Also, je mehr sich der Körper seinem Sättigungspunkte nähert, desto mehr Schwierigkeiten finden die Flüssigkeiten, in sein Inneres einzudringen.

Als Beleg hiezu reiche man zweien Hunden die gleiche Dosis Gift, deren Wirkungen sich nach der Absorption äußern, und vor dieser Operation vermindere man bei dem einen dieser Thiere die Menge der Flüssigkeit (Blut) durch eine starke Aderlasse, während man bei dem andern das Volumen der in dem Körper enthaltenen Flüssigkeiten durch Einspritzen einer gewissen Menge Wassers in die Venen vergrößert: die Vergiftung wird bei dem erstern schneller als in den gewöhnlichen Fällen vor sich gehen; bei dem letztern werden die, eine Absorption des Giftes anzeigenden Symptomen erst nach einer weit längern Zeit zum Vorschein kommen.

Endlich hat auch die Natur der absorbirten Substanzen einen Einfluß auf die Schnelligkeit, mit welcher sie in das Innere der Gewebe eindringen und in den Strom der Circulation geführt werden. Als einen allgemeinen Satz kann man hier das aussprechen, daß bei übrigens ganz gleichen Umständen die Absorption um so rascher sein wird, als die Flüssigkeiten weniger dicht sind und die Gewebe leichter besuchten; was die festen Theile betrifft, so hat man sich zuerst von dem Grade ihrer Auflöslichkeit und sodann von den physikalischen Eigenschaften der Auflösungen, welche sie bilden, Rechenschaft zu geben.

* Das Wort plethora (πλήθώρα, πλήθω, ich fülle an) wird angewandt, um damit den Zustand der Vollsäftigkeit des Gefäßsystems anzuzeigen.

Von der Verdauung.

§. 38. Einer der Hauptwege, auf welchem sich die Absorption der zur Ernährung der Thiere nothwendigen Stoffe bewerkstelligt, ist eine nach außen offene Höhle, die zu gleicher Zeit zu der Umwandlung dient, welche verschiedene dieser Stoffe erleiden müssen, bevor sie zur Absorption geeignet sind. Diese vorläufige Arbeit bildet, wie schon erwähnt, das Phänomen der Verdauung.

§. 39. **Die Nahrungsmittel.** — Nahrungsmittel könnte man alle Substanzen nennen, die, in den Körper eines lebenden Wesens aufgenommen, zu dessen Wachsthum dienen, oder die Verluste, die er beständig erleidet, ersetzen; doch begränzt man im Allgemeinen noch mehr den Sinn dieses Wortes und wendet es nur auf solche Stoffe an, welche absorbirt werden, und erst nach ihrer Verdauung zur Ernährung dienen. Um der größern Klarheit willen, werden wir es bloß in dieser letztern Bedeutung gebrauchen.

Die Nahrungsmittel sind zum Lebensunterhalt nicht weniger nothwendig, als die Luft, welche wir einathmen, oder das Wasser, welches unser Körper beständig absorbirt, sei es im tropfbar flüssigen Zustande und unter der Form eines Getränkes, oder sei es in Dunstform. Wenn die Thiere derselben entbehren, so bemerkt man, daß sich das Volumen ihres Körpers vermindert, daß ihre Kräfte schwinden und der Tod nach kürzern oder längern Leiden stets eintritt.

Das Bedürfniß der Nahrung läßt sich durch eine eigenthümliche Empfindung, welche ihren Sitz im Magen hat, nämlich durch den Hunger erkennen. Er wird vermehrt durch die Bewegung, den Einfluß einer gemäßigten Kälte und durch die Wirkung, welche gewisse bittere Stoffe, z. B. das Catechu, auf den Magen ausüben. Dagegen sucht Alles, was die Lebensbewegung zu verzögern strebt, z. B. die Ruhe, der Schlaf ꝛc., auch dieses Bedürfniß weniger dringend zu machen. Thiere, welche den Winter über schlafen, nehmen, so lange ihre Lethargie dauert, keine Nahrung zu sich; und Thiere mit kaltem Blute, wie die Fische und die Frösche, können sich sehr lange Zeit der Nahrung enthalten, wenn durch den Einfluß einer sehr niedrigen Temperatur die Thätigkeit ihrer verschiedenen Funktionen verzögert wird. Aber Thiere mit einer sehr raschen Ernährungsbewegung, wie der Mensch und die meisten Säugethiere, gehen in der Regel bei Ermangelung der Nahrungsmittel sehr schnell zu Grunde, und die jungen Thiere, deren Ernährung viel lebhafter ist, als die der erwachsenen (weil das Volumen ihres Körpers beständig zunimmt, anstatt stationär zu bleiben), sterben auch bälder vor Hunger als letztere. Was Dante mit so lebhaften Farben in der berühmten Episode von Graf Ugolino geschrieben hat, würde auch wirklich eintreten, wenn man einem völlig erwachsenen Menschen und Kindern in einem noch zarten Alter zu gleicher Zeit alle Nahrung entziehen würde. Alle Nahrungsmittel werden aus dem organischen Reich genommen, und immer wird das Leben bei dem Menschen, wie bei allen Thieren, auf Kosten der Substanzen unterhalten, welche selbst einem lebenden Wesen angehörten.

Uebrigens besitzen nicht alle Nahrungsstoffe in demselben Grade die ernährende Eigenschaft, und sehr interessante Versuche haben gezeigt, daß wenigstens für die meisten Thiere der Zusammenfluß einer gewissen Anzahl verschiedener Stoffe für die Bedürfnisse des Lebens unumgänglich nothwendig sind. Daher sterben Kaninchen, die mit einer einzigen Substanz, z. B. mit Weizen, Kohl, Haber oder gelben Rüben ernährt werden, in dem Zeitraum von ungefähr 14 Tagen mit allem Anschein von Entkräftung; während diese Thiere leben und sich wohlbefinden, wofern man sie mit den gleichen Substanzen, nur mit einander gemischt oder in kleinen Zeitabschnitten, füttert.

Die Verschiedenheit und die Vielfältigkeit der Nahrungsmittel sind also eine wichtige Gesundheitsregel; in diesem Punkte sind auch die Lehren der Wissenschaft im vollkommensten Einklange mit unserem Instinkte und mit den Veränderungen, welche die Jahreszeiten für die uns von der Natur dargebotenen Nahrungsstoffe mit sich bringen.

Man hat auch dargethan, daß Substanzen, wie der Zucker, das Gummi, das Oel und das Fett, in deren Verbindung kein Stickstoff tritt, für die Ernährung der Thiere nicht hinreichen können, so sehr man sie auch verändere. Der Gebrauch einer gewissen Quantität stickstoffhaltiger Nahrungsmittel, wie das Fleisch, der Kleber, welcher sich in dem Weizenkorn findet, der Eiweißstoff ꝛc. scheint zum Lebensunterhalt aller dieser Wesen unumgänglich nothwendig zu sein. Uebrigens ändern sich die verschiedenen Substanzen, die als Nahrungsmittel dienen können, je nach der Natur der Thiere ab, und diese Verschiedenheiten sind, wie wir in der Folge sehen werden, immer mit andern Differenzen in der Organisation in Beziehung.

§. 40. **Ernährungsapparat.** Die Verdauung hat zum Gegenstand: 1) Die Abscheidung des ernährenden Theiles der Nahrungsmittel von denjenigen Theilen, welche diese Eigenschaften nicht mehr besitzen, und welche unter der Form von Koth ausgeworfen werden müssen. 2) Die Umbildung des ernährenden Theiles dieser Substanzen in eine besondere Flüssigkeit, die geeignet ist, sich mit dem Blut zu mischen, um den Körper zu ernähren, und von den Physiologen Chylus genannt wird.

Diese Verarbeitung der ernährenden Stoffe geschieht hauptsächlich unter Mitwirkung gewisser Feuchtigkeiten, und findet immer in einer mehr oder weniger weiten Höhle statt, welche die Flüssigkeiten in sich einschließt und nach außen mündet, um die zur Verdauung bestimmten Substanzen aufzunehmen, und alsdann den Koth, der von dem Ernährungsprozesse übrig gelassen worden ist, auswerfen zu können. Diese Art physiologischen Laboratoriums wird mit dem Namen Nahrungskanal bezeichnet und fast bei allen Thieren leicht erkannt, während man bei den Pflanzen, die nicht nöthig haben, die ernährenden Stoffe vor ihrer Absorption umzuwandeln, nichts Aehnliches sieht.

§. 41. Bei einigen Thieren ist der Nahrungskanal nichts Anderes, als ein einfacher Schlauch, der mit einer einzigen Oeffnung nach außen mündet, die ebensowohl zum Eintritt der Nahrungsmittel als zum Auswerfen der Exkremente bestimmt ist (Fig. 2, a). Diese Organisation bieten die meisten Polypen, die Seesterne, und viele andere Thiere mit einfachem Baue dar. Doch geht diese Höhle bei den meisten Thieren in zwei von einander unterschiedenen Oeffnungen nach außen, deren Verrichtung nicht die gleiche ist; denn die eine dieser Oeffnungen, der Mund, dient alsdann ausschließlich zum Eintritt der Nahrungsmittel, während die andere, der After, die besondere Bestimmung hat, dem Kothe einen Ausweg darzubieten. Der Darmkanal hat alsdann die Form einer an ihren beiden Enden offenen Röhre, die gewöhnlich nach der Mitte zu erweitert ist, damit die ernährenden Stoffe sich darin leichter anhäufen und während der zu ihrer Verdauung erforderlichen Zeit verweilen können (Fig. 3). Der durch die Erweiterung des Darmkanals gebildete Sack hat die Bestimmung, der Sitz der wesentlichsten Erscheinungen der Verdauung zu sein und wird Magen genannt. Bald ist nur eine dieser großen Höhlen vorhanden, bald sind es zwei oder mehrere, und diese letztere Einrichtung findet sich namentlich bei pflanzenfressenden Thieren, während der Magen bei den fleischfressenden fast immer einfach ist; der Grund dieser Verschiedenheit ist leicht einzusehen, denn das Fleisch, das schneller und leichter zu verdauen ist, als die Pflanzen, hat daher auch nicht nöthig, so lange in den Organen der Verdauung zu verweilen.

§. 42. Der Darmkanal ist mit einer Membrane, der sogenannten Schleimhaut, ganz ausgekleidet, welche

Fig. 2. Süßwasserpolyp (Hydra).

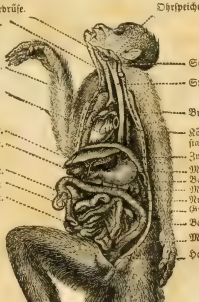


Fig. 3. Verdauungsapparat eines Affen.

ihrer Struktur nach viel Uebereinstimmung mit der Haut hat, deren Fortsetzung sie bildet, von welcher sie aber durch eine weichere Textur, durch den beinahe gänzlichen Mangel der Epidermis, durch einen größern Reichthum an kleinen Blutgefäßen und Sekretionsporen differirt. Unmittelbar unter dieser Schleimhaut findet sich eine Muskelhaut, die mit mehr oder weniger reichen Muskelfasern durchwoben ist, und die durch ihre Contraktionen theils dazu dient, die ernährenden Substanzen von dem Munde an bis zu dem After zu stoßen, theils sie in ihrem Vorwärtsschreiten aufzuhalten und sie eine Zeitlang in diesem oder jenem Theile des Verdauungsapparates verweilen zu lassen. Bei den meisten Thieren ist endlich noch ein großer Theil des Darmkanals in eine dünne und durchsichtige seröse Membran, das Bauchfell (peritonaeum) eingesenkt, welches gleichzeitig dazu dient, den Darmkanal in seiner richtigen Lage zu erhalten und seine Bewegungen zu erleichtern.

§. 43. Die Verdauung geht, wie bereits erwähnt, hauptsächlich unter Mitwirkung verschiedener Flüssigkeiten, mit welchen diese Substanzen während ihres Aufenthaltes im Darmkanal benetzt sind, vor sich. Die Produktion dieser Verdauungssäfte ist das Resultat eines Ausscheideprozesses, welcher seinen Sitz in besonderen Organen hat, welche im Allgemeinen Drüsen genannt werden; so ist der Verdauungsapparat nicht allein aus dem Darmkanal zusammengesetzt, sondern auch noch aus verschiedenen, um ihn herumgelegenen Drüsen, welche die Bestimmung haben, in sein Inneres verschiedene Flüssigkeiten zu gießen. Die Anzahl dieser ausscheidenden Organe variirt bei verschiedenen Thieren, aber gewöhnlich ist sie ziemlich groß. Die wichtigsten sind die Magendrüsen, die Leber, das Pancreas und die Speicheldrüsen (Fig. 3 u. 24).

§. 44. Damit die Thätigkeit der Verdauungssäfte auf die Nahrungsstoffe unterstützt werde, ist es von Nutzen, daß diese Stoffe mechanisch zertheilt werden. Bei den meisten niedern Thieren geschieht diese Zertheilung nur auf eine sehr unvollkommene Weise, indem die dünnen und schwachen Seitenwände des Darmkanals auf die in Verdauung sich befindlichen Stoffe drücken. Manchmal hat der Magen selbst Kraft genug, um die in sein Inneres eingeführten Körper zu zermalmen; dies sieht man bei der Krabbe, den körnerfressenden Vögeln ꝛc.; doch ist im Allgemeinen die mechanische Zertheilung der Nahrungsmittel durch die Natur besondern Werkzeugen anvertraut, die sich vornen am Anfange des Darmkanals befinden, und so angelegt sind, daß damit die Nahrungsmittel zerschnitten oder zermalmt werden können; diese Werkzeuge sind die Zähne; man gibt diesen Zähnen und jenen Theilen, welche zu ihrer Bewegung dienen, den Namen Kauwerkzeuge.

§. 45. Aus dem bis jetzt Gesagten kann man ersehen, daß, wenn der Darmkanal bei einigen niedern Thieren, z. B. den Polypen, eine große Einfachheit darbietet, er sich im Gegentheil bei den höhern als sehr zusammengesetzt zeigt. Bei diesen letztern dehnt er sich von dem einen Ende des Körpers zum andern aus, aber der größte Theil des Apparates befindet sich in einer weiten Höhle, welche den ganzen untern oder hintern Raum des Rumpfes einnimmt und Unterleib oder Bauch genannt wird (Fig. 3). Bei den Menschen und den übrigen Säugethieren ist diese Höhle von dem Thorax (Brusthöhle) durch eine muskulöse Scheidewand, gebildet aus dem Zwerchfell (diaphragma), geschieden und unten durch das Becken geschlossen, das eine Art breiter knöcherner Gürtel ist, dessen Mitte einen fleischigen Boden enthält. Nach hinten ist sie durch das Rückgrat begränzt; nach vornen und zu beiden Seiten bestehen die Wandungen aus dreiten Muskeln, welche sich von dem Thorax bis zu dem eben erwähnten Becken ausdehnen. Die innere Oberfläche dieser Höhle ist durch das Bauchfell (peritonaeum) ausgekleidet; diese Haut bildet verschiedene Falten, in welcher die hauptsächlichsten Eingeweide eingeschlossen sind. Diese Falten, welche Gekröse (mesenterium) genannt werden, entspringen alle aus dem hintern Theile des Unterleibes, und einige unter ihnen verlängern sich noch weit über das Gedärme hinaus, das sie bedecken sollen, und bilden auf diese Weise eine Art Schürze, die sogenannten Netze (omenta).

Der Nahrungskanal hat für seine verschiedenen Theile verschiedene Namen. Sein vorderer erweiterter Theil, welcher so zu sagen die Stelle eines Vorplatzes vertritt, heißt Mund oder Mundhöhle (cavitas oris). Die darauf folgende Höhle (Fig. 3) trägt den Namen Schlundkopf (pharynx); den dritten Theil des Nahrungskanals bildet die Speiseröhre (oesophagus); den vierten der Magen (stomachus); den fünften der Dünndarm, und den sechsten der Dickdarm, welcher mit dem After endigt.

§. 46. Die Verdauung. Die Erscheinungen, welche in diesen verschiedenen Theilen des Verdauungsapparats vor sich gehen, bilden eine Reihe mehr oder weniger unter sich verschiedener Akte, und müssen in folgender Ordnung klassifizirt werden:

1) Das Ergreifen der Nahrungsstoffe; 2) das Kauen; 3) die Einspeichelung; 4) das Verschlucken; 5) die Chymusbildung; 6) die Chylusbildung; 7) die Kothbildung; 8) die Absorption des Chylus.

Wir wollen nun nacheinander diese verschiedenen Akte des Verdauungsprozesses und die Organe, durch welche sie bei dem Menschen und den uns am nächsten stehenden Thieren erzeugt werden, betrachten.

Das Ergreifen der Nahrungsmittel.

§. 47. Das Einführen der Nahrung in den Nahrungskanal bewerkstelligt sich auf verschiedene Weise, auch ändert sich der Mechanismus derselben ab, je nachdem diese Substanzen fest oder flüssig sind; bei den Menschen jedoch geschieht sie immer durch die Bewegungen des Mundes oder mittelst der oberen Gliedmaßen.

Die Anatomen betrachten den Mund nicht bloß als eine Oeffnung, welche die beiden Lippen von einander trennt, sondern auch als die ovale Höhle, welche oben durch die obere Kinnlade und den Gaumen, unten durch die Zunge und die untere Kinnlade, zu beiden Seiten durch die Backen, hinten durch den Gaumensegel und vornen von den Lippen gebildet ist. Die nach außen gehende Oeffnung kann sich nach Belieben sowohl durch die Bewegung der Lippen, als auch durch Annäherung und Entfernung der Kinnladen erweitern und schließen. Es ist also leicht einzusehen, wie er zum Ergreifen der Nahrung dienen kann. Die Lippen und Kinnladen verhalten sich wie Zangen und fassen die Körper, welche zum Munde eingeführt werden sollen.

Bei den meisten Thieren dienen diese nämlichen Organe zum Ergreifen der Nahrungsstoffe doch geht bei dem Menschen, den Affen und einigen andern Thieren gewöhnlich die Theilung der Arbeit noch weiter; denn hier haben die vordern Gliedmaßen diese Funktionen. Die Hand bringt die Nahrungsmittel zum Munde, und die Lippen und Kinnladen nähern sich bloß einander, um sie darin zurückzuhalten.

Gewisse Thiere mit sehr langsamen Bewegungen und einer sehr kleinen Mundöffnung bemächtigen sich ihres Raubes mit Hülfe einer sehr langen und vorstreckbaren Zunge. Bei andern endlich wird das Ergreifen dieser Stoffe durch die Verlängerung der Nase erleichtert, wozu der Rüssel des Elephanten ein Beispiel liefert (Fig. 5), oder durch Bewegungen gewisser Barten, welche den Mund umgeben, und welche bei den Insekten mit dem Namen Taster, Freßspitzen (Palpen) (Fig. 6 und 7) bezeichnet werden,

Fig. 4. Ein Uffiti (Hapale vulgaris).

Fig. 8. Ein Mollusk aus der Gattung der Calmare.

Fig. 5. Kopf eines Elephanten.

Fig. 6. Laufkäfer (Carabus).

Fig. 7. Die Kinnladen des Laufkäfers.

Fig. 9. Bombyx pictus.

während sie bei den Weichthieren (Mollusken) (Fig. 8a), den Polypen (Fig. 2) ꝛc. Fangarme heißen.

§. 48. Die Aufnahme von Getränken geschieht auf zweierlei Weisen: bald wird die Flüssigkeit in den Mund gegossen und fällt durch ihr eigenes Gewicht hinab, bald wird sie durch diese Höhle gepumpt, sei es nun durch die Erweiterung der Brusthöhle (thorax), welche in derselben Zeit, als sie die Luft in die Lungen eintreten läßt, die Flüssigkeit einsaugt, oder sei es durch die Bewegungen der Zunge, welche, indem sie sich nach hinten zieht, wie der Stempel einer Saugpumpe wirkt.

Diese letztere Erscheinung heißt Saugen.

Einige niedere Thiere haben die Bestimmung, sich nur von solchen Flüssigkeiten zu nähren, welche sie an Pflanzen finden, oder welche sie aus dem Körper anderer Thiere nehmen, auf denen sie als Schmarotzerthiere (Parasiten) leben. In diesem Falle befinden sich viele Insekten, und man bemerkt, daß ihr Mund, anstatt der gewöhnlichen Struktur, eine Art Röhre oder einen sehr verlängerten Saugrüssel bildet, mit dessen Hülfe sie wie mit einer Saugpumpe saugen (Fig. 9). Wenn wir die Organisation der Insekten abhandeln, werden wir näher in das Detail dieser Bauart eingehen.

Die Getränke bleiben nicht im Munde, sondern kommen in den Magen, die festen Nahrungsstoffe jedoch halten sich einige Zeit im Munde auf, um gekaut und eingespeichelt zu werden.

Das Kauen (Masticatio).

§. 49. Das Kauen, oder die mechanische Zertheilung der Nahrungsmittel, wird, wie schon gesagt, von den Zähnen ausgeführt.

Die Zähne. Diese Organe sind Körper von einer außerordentlichen Härte und haben eine große Aehnlichkeit mit den Knochen, und sind am Rande jedes Kiefers auf solche Weise befestigt, daß sie auf einander wirken können. Die Art und Weise, wie sie sich bil-

Fig. 10. *

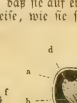


Fig. 11. **

den, verdient unsere ganze Aufmerksamkeit. Beim Menschen, den wir hier als Beispiel wählen, entwickelt sich jeder Zahn in dem Innern eines kleinen, im Kieferknochen befindlichen häutigen Sackes (b); dieser Sack, den man Zahnfächchen (capsula dentis) nennt, besteht aus zwei Gefäßhäuten, und schließt in seinem Innern einen kleinen, fleischigen, einer Knospe ähnlichen Kern ein, in welchem sich Nervenfäden und eine Menge Gefäße verzweigen (Fig. 11). Dieser Kern, der sogenannte Zahnkeim (pulpa dentis), dient zur Bildung des Zahnes, welcher sich nach und nach ver-

* Diese Figur stellt den Unterkiefer (maxilla s. mandibula inferior) eines jungen Kindes dar; der obere Theil der äußern Oberfläche des Knochens ist weggenommen worden, damit die Kapseln der in seinem Innern eingeschlossenen Zähne bloß gelegt sind: a das Zahnfleisch; b der untere Rand des Kiefers; c Unterkiefernerv; d Zahnkapseln; e Kronfortsatz (processus coronoideus); f der Knochenkopf (condilus) des Kiefers.

** Der Durchschnitt einer vergrößerten Zahnkapsel, um den Bau des Zahnkeims und die Art und Weise zu zeigen, wie sich die elfenartige Substanz auf seiner Oberfläche ablagert: a Zahnkapsel; b Zahnkeim; c Blutgefäße und Nerven, die in den Zahnkeim treten; d d die ersten Zahneinsenkungen des Zahns.

größert und, indem er sich verlängert, nach dem Rande des Kiefers aufsteigt, welchen er dann durchbricht und sich außen zeigt; dieser hervorspringende Theil ist das, was man Zahnkrone nennt, während seine Wurzel oder Basis in dem Kiefer stecken bleibt, wie ein in Holz eingelenkter Nagel. Die Höhle, in welche der Zahn eingekeilt ist, trägt den Namen Zahnhöhle oder Alveole, während der Vereinigungspunkt der Krone mit der Wurzel Hals genannt wird. Wenn der Kern oder Keim des Zahnes sich auf dem Grunde seiner Kapsel durch ein oder mehrere Stielchen befestigt hat, so tritt ein Augenblick ein, wo die sich auf seiner Oberfläche niedersetzende steinige Substanz alle Theile umgibt und seine ernährenden Gefäße auf eine Weise zusammendrückt, daß ihre Obliteration dadurch herbeigeführt wird; der Zahn hört alsdann zu wachsen auf, der Kern vertrocknet, und ein hohler Raum im Mittelpunkt zeigt nur noch die Stelle dieses Organs an; wenn jedoch der Kern diese Disposition nicht zeigt, und sich der Zahn nur an seiner obern Fläche bildet, so setzt auch der Kern seine Funktionen fort, der Zahn wächst ohne Unterbrechung, und in seinem Mittelpunkte findet man keinen hohlen Raum; die großen Zähne, welche vornen am Munde eines Kaninchens stehen (Fig. 12), liefern uns von dieser Einrichtung ein Beispiel, und wenn ihre Länge nicht unaufhörlich zunimmt, so gibt es keinen andern Grund, als weil sie sich an ihren freien Enden in dem Maße abnützen, als sie aus dem Grund herauswachsen.

§. 50. Auch erkennt man in jedem Zahne gewisse Theile, die sich durch ihre Struktur von einander unterscheiden. Die Substanz, welche beinahe die ganze Masse des Zahnes bildet und sein Inneres ausfüllt, heißt Zahnsubstanz (Zahnbein); diejenige Substanz, welche gewöhnlich das Aeußere überkleidet und auf der Oberfläche der Krone eine Art Firniß oder steinige Decke bildet, hat den Namen Email oder Schmelz; endlich begegnet man am Ende der Wurzel der meisten Zähne und manchmal selbst um die Krone herum (z. B. bei den Ochsen) noch einer dritten Substanz, welche das Email bedeckt, und wegen der Stelle, die sie einnimmt, den Namen Rindensubstanz erhalten hat.

Das Zahnbein besteht aus einem der Gallerte analogen thierischen Stoff, aus phosphorsaurem Kalk (im Verhältniß von ungefähr 64 zu 100, bei einem erwachsenen Menschen), aus kohlensaurem Kalk (beinahe 5 Procent), und aus einer sehr geringen Menge phosphorsaurer Magnesia. Der Schmelz, dessen Farbe nur sehr wenig von der des Zahnbeins abweicht, und dessen Härte so beträchtlich ist, daß er am Stahle wie ein Feuerstein Feuer gibt, zeigt kaum einige Spuren von organischen Stoffen, und der phosphorsaure Kalk tritt in die Verbindung mit 0,9 der ganzen Masse ein. Was die Rindensubstanz betrifft, so findet sie sich kaum beim Menschen, während die chemische Analyse beim Ochsen ungefähr 0,42 organischen Stoff, 0,50 phosphorsauren Kalk und 0,04 kohlensauren Kalk geliefert hat.

Wenn man das Zahnbein der Zähne des Menschen und der meisten Säugethiere unter dem Mikroskop untersucht, so bemerkt man in seiner Substanz eine Menge gewundener und verästelter Röhren von außerordentlicher Feinheit, welche in die Centralhöhle einmünden und in ihrem Innern kalkartige Stoffe in der Form von Körnern einschließen; sie nehmen ihre Richtung gegen die Oberfläche des Zahnes, und ihre Verzweigungen endigen sich häufig in kleinen Höhlen oder Zellen, die ebenfalls Kalk enthalten, und viele Aehnlichkeit mit den Zellen haben, denen man in dem Knochengewebe begegnet. Der Schmelz, gleichfalls der mikroskopischen Untersuchung unterworfen, scheint aus einer Menge Fasern oder vielmehr hexagonaler gegeneinander gedrückter und beinahe senkrecht gegen die Oberfläche des Zahnes gerichteter Prismen gebildet zu sein. Die Rindensubstanz endlich ist durch die Gegenwart einer großen Anzahl Knochenzellen und unregelmäßiger kalkhaltiger Röhren bezeichnet.

§. 51. Anstatt in den Zahnhöhlen eingekeilt zu sein, sind die Zähne zuweilen an ihrer Basis mit der Kinnlade verwachsen und bilden mit dieser gleichsam ein einziges Stück; so findet es sich bei mehreren Fischen, und ankylosirt den Knochen zu gleichen, zeigen diese Organe öfters nur eine hornartige Substanz. Bei dem Wallfisch (Fig. 14) endlich scheinen die Zähne durch große, biegsame und unter dem Namen Fischbein bekannte Blättern ersetzt zu sein (Fig. 13),

Fig. 13. Ein Barte.

Fig. 14. Ein mit Bartenblättern besetzter Wallfischkopf.

und bei andern Thieren, selbst in der Klasse der Säugethiere, fehlen sie gänzlich; der Ameisenfresser (Fig. 22) liefert hiezu ein Beispiel.

§. 52. Bei Thieren, welche ihre Nahrung verschlingen, ohne sie zu kauen (z. B. die Reptilien), dienen die Zähne (Fig. 15) nur zum Ergreifen dieser Stoffe, und alsdann sind alle diese Organe beinahe unter sich ähnlich und sind im Allgemeinen haken- oder kegelförmig; aber bei denjenigen Thieren, die ihre Nahrungsstoffe kauen, ist der Mund mit Zähnen bewaffnet, deren Form sowohl, als Gebrauch sich abändert.

Bei dem Menschen und den meisten andern Säugethieren finden sich drei Arten von Zähnen: die einen

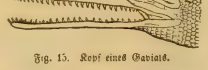


Fig. 15. Kopf eines Gavials.

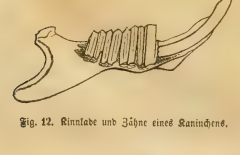


Fig. 12. Kinnlade und Zähne eines Kaninchens.

Backenzähne. Mahlzähne. Hundezahn. Schneidezähne.

Fig. 16. Menschengebiß.

endigen in einer dünnen und schneidenden Kante; daher dienen sie auch zum Zerschneiden der zwischen die Kinnladen gebrachten Substanzen und haben den Namen Schneidezähne (dentes primores, s. incisivi) erhalten (Fig. 16). Andere sind kegelförmig, und bei vielen Thieren ragen sie weit über die benachbarten Zähne hervor; sie sind nicht wie die Schneidezähne dazu geeignet, die Nahrungsstoffe zu zerschneiden, aber sie dauen sich in dieselben ein und zerreißen sie. Man nennt sie Hundszähne oder Eckzähne (dentes canine, s. laniarii). Andere endlich gehen in eine breite und ungleiche Oberfläche aus, und zeigen die günstigsten Bedingungen zum Zermalmen der Substanzen: dies sind die Backenzähne oder Mahlzähne (dentes molares).

Die Art und Weise, wie diese verschiedenen Zähne in die Kinnladen eingesetzt sind, ist eben so verschiedenartig als die Form ihrer Krone, und leicht sieht man hier, wie sehr ihr Bau mit ihrem Gebrauche im Einklange steht. Die Schneidezähne, deren Bewegung sie eher in die Zahnhöhle (Alveole) einzusenken, als sie herauszureißen sucht, haben nur eine einzige und ziemlich kurze Wurzel. Die Hundszähne setzen sich im Innern der Kinnladen um Vieles weiter fort, als die Schneidezähne, und die Backenzähne, welche die größten Anstrengungen zu machen haben, zeigen zwei oder drei divergirende Wurzeln, welche die Festigkeit ihrer Einfügung vermehren und sie verhindern, sich zu tief in ihre Alveole einzusenken, wenn auf sie gedrückt wird.

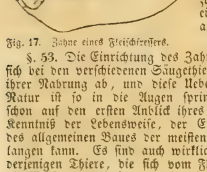


Fig. 17. Zähne eines Fleischfressers.

§. 53. Die Einrichtung des Zahnapparates ändert sich bei den verschiedenen Säugethiere je nach der Art ihrer Nahrung ab, und diese Uebereinstimmung der Natur ist so in die Augen springend, daß man schon auf den ersten Anblick ihres Kauapparats zur Kenntniß der Lebensweise, der Ernährungsart und des allgemeinen Baues der meisten dieser Thiere gelangen kann. Es sind auch wirklich die Backenzähne derjenigen Thiere, die sich vom Fleisch nähren, auf die Weise comprimirt und schneidend, daß sie wie zwei Meisel auf einander wirken; bei solchen, die von Insekten leben, sind diese Zähne (Fig. 18) durch

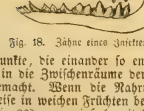


Fig. 18. Zähne eines Insektenfressers.

konische Punkte, die einander so entsprechen, daß sich die einen in die Zwischenräume der andern einfügen, unorben gemacht. Wenn die Nahrung dieser Thiere vorzugsweise in weichen Früchten besteht, so sind diese Zähne (Fig. 20) ganz einfach mit kleinen abgerundeten Höckern versehen, und wenn sie zum Zermalmen mehr oder weniger harter vegetabilischer Substanzen bestimmt sind, so haben sie in Beziehung auf ihre breite abgeplattete und rauhe Oberfläche das Aussehen eines Mühlsteines (Fig. 19). Unter allen Zähnen sind gewöhnlich die Backenzähne die nützlichsten; auch sind sie dauerhafter, als die Schneide- und Reißzähne: diese letzteren sind zum Ergreifen und Zerreißen einer lebenden Beute nothwendig, und fehlen daher auch keinem fleischfressenden Säugethier; allein

Fig. 19. Zähne eines Früchtenfressers.

Fig. 20. Zähne eines Pflanzenfressers.

den Pflanzenfressern sind sie weniger nützlich, und die einen oder die andern sind bei mehreren Säugethieren, die auf Vegetabilien angewiesen sind, nicht vorhanden. Manchmal dienen sie nicht mehr zum Kauen, sondern entwickeln sich noch weiter und eignen sich zu einer mehr oder weniger nachdrücklichen Vertheidigung (Fig. 21).

Fig. 21. Kopf eines wilden Schweines.

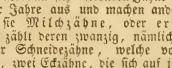


Fig. 22. Kopf des Ameisenfressers.

§. 54. Zur Zeit der Geburt ist die Zahnentwicklung des Menschen noch wenig vorwärtsgeschritten; es ist ein sehr seltener Fall, daß irgend einer dieser Körper das Zahnfleisch schon durchbrochen hat, und gewöhnlich erst in dem Alter von sechs Monaten bis zu einem Jahr fangen sie an, sich nach außen zu entwickeln. Die alsdann sich bildenden Zähne fallen am Ende weniger Jahre aus und machen andern Platz. Man nennt sie Milchzähne, oder erste Zahnung; man zählt deren zwanzig, nämlich in jeder Kinnlade vier Schneidezähne, welche vornen am Munde stehen, zwei Eckzähne, die sich auf jeder Seite unmittelbar nach den Schneidezähnen finden, und vier hinten im Munde, je zwei zu jeder Seite, stehende Backenzähne.

Im siebenten Jahre fangen diese Zähne an auszufallen und durch eine andere Reihe Zähne ersetzt zu werden, welche in tiefergelegenen Kapseln sich gebildet haben, als die ersteren; auch sind ihre Wurzeln weit länger und ihre Einfügung fester.

Die Zähne der zweiten Zahnung sind zahlreicher, als diese der ersten; die vollständige Reihe ist aus zweiunddreißig zusammengesetzt, nämlich: für jede Kinnlade vier Schneidezähne, zwei Eckzähne und zehn Backenzähne, wovon die zwei ersten, auf jeder Seite stehend, nur zwei Wurzeln haben und kleine oder falsche Backenzähne genannt werden, während die drei mehr nach hinten gelegenen mit drei Wurzeln versehen sind, und große Backenzähne heißen (Fig. 16).

Im hohen Alter fallen die Zähne, wie die Milchzähne in der Kindheit, aus, aber sie werden nicht mehr ersetzt, und die Zahnhöhlen obliteriren.

§. 55. **Der Mechanismus des Kauens.** Die Zähne, deren Struktur und Entwicklung wir soeben betrachtet haben, sind passive Werkzeuge des Kauens. Sie werden durch die Kinnladen in Bewegung gesetzt, in welche sie eingesetzt sind. Die obere Kinnlade kann sich nicht gegen den übrigen Theil des Kopfes bewegen, aber die untere, deren Form eine kleine Aehnlichkeit mit der eines Hufeisens hat, ist am äußersten Ende ihrer beiden Aeste in den Schädel eingelenkt und kann sich von der obern Kinnlade entfernen

oder sich ihr nähern. Eine große Anzahl Muskel, die mit dem einen Ende an diesen Knochen und mit dem entgegengesetzten an die benachbarten Theile des Kopfes angewachsen sind, bestimmen durch ihre Contraktion diese Bewegungen, und die durch die Bewegungen der Zunge und der Wangen beständig zwischen die Zähne gebrachten und auf diese Weise zwischen zwei harte Flächen gedrückten Speisen finden sich bald in mehr oder weniger kleine Theile zertheilt und gleichsam zermalmt.

§. 56. Diese Operation ist von großer Wichtigkeit, denn je vollkommener die Kauung ist, desto leichter ist auch die Verdauung. Dies ist übrigens leicht zu begreifen, denn diese Zertheilung vervielfältigt die Oberflächen der Nahrungsstoffe, auf welche die Magensäfte ihre Wirkung äußern können. Wir haben bereits gesehen, daß bei verschiedenen Thieren, die in ihrer Ernährung an harte Substanzen gewiesen sind, sich keine Zähne vorfinden; alsdann aber ersetzt die Natur oft diesen Mangel, indem sie diesen Wesen andere Werkzeuge zum Zerkauen oder Zerreiben gibt. So haben z. B. die meisten Vögel einen Vormagen (oder Kropf), der hinlänglich Muskelkraft besitzt, um alle, in sein Inneres eingeführten Speisen zu zermalmen.

Einspeichelung (Insalivatio).

§. 57. Während die Speisen in dem Munde des Menschen und der meisten andern Säugethiere eine mechanische Zertheilung erleiden, vermischen sie sich mit dem Speichel und lösen sich manchmal sogar darin auf.

Der Speichel bildet sich in Drüsen, die um den Mund herumliegen und in einer Anhäufung von mehreren einfachen kleinen Drüsen bestehen.

Bei dem Menschen sind drei Paare vorhanden, die symmetrisch zu jeder Seite des Kopfes vertheilt sind, nämlich: die Ohrspeicheldrüsen (glandulae parotides), vor dem Ohre und hinter dem Unterkiefer liegend; die Unterkieferdrüsen (glandulae submaxillares), unter dem Unterkieferwinkel (Fig. 23), und die Unterzungendrüsen (glandulae sublinguales), unter der Zunge, in dem Raume, den die beiden Seiten des Unterkiefers zwischen sich lassen, d. h. auf dem Boden der Mundhöhle. Jede dieser Drüsen steht durch einen besondern Ausführungskanal mit dem Munde in Verbindung und gießt den Speichel in veränderlichen Quantitäten darin aus.

Diese Flüssigkeit besteht größtentheils aus Wasser (ungefähr 0,995), jedoch enthält sie auch ein wenig thierischen Stoff und verschiedene Salze (Kochsalz und weinsteinsaures Natron). Auch eine kleine Menge freies Natron findet man darin, wodurch sie alkalisch wird.

Die Mischung des Speichels mit den Speisen ist ein wichtigerer Umstand, als man beim ersten Anblick glaubt. Sie erleichtert das Kauen, sie hilft bedeutend zum Verschlucken, und spielt, wie wir später sehen werden, auch eine große Rolle bei der Verdauung einiger Substanzen.

Das Verschlucken (deglutitio).

§. 59. Bei den Säugethieren ist die Mundhöhle hinten mit einer Art beweglichen Vorhanges, dem sogenannten Gaumensegel (Fig. 23) (velum palatinum) versehen, welches niedergesenkt bleibt, so lange das Kauen dauert, um die Nahrungsmittel zu verbindern, sich wo anders hin zu begeben; dieser bewegliche Vorhang, welcher bei den Vögeln und den andern Thieren nicht vorhanden ist, die ihre Speisen nicht kauen, bevor sie dieselben verschlucken, ist quer über am hintern Rande des Gaumens ausgespannt und kann sich gegen die Basis der Zunge ausdehnen oder sich so erheben, daß ein freier Durchgang zwischen dem Munde und dem übrigen Speisekanal gelassen ist.

Fig. 23. Ein Vertikalschnitt des Mundes und des Schlundes.

Wenn das Kauen zu Ende ist und die auf dem Zungenrücken zu einer kleinen Masse, dem sogenannten Bissen, vereinigten Speisen sich gegen das Zungensegel drücken, so erhebt es sich und das Verschlucken kann nun geschehen.

Diese Benennung gibt man dem Uebergang der Speisen von dem Munde zum Magen durch den Schlundkopf und die Speiseröhre.

§. 60. Der Schlundkopf, pharynx (Fig. 23), ist eine Höhle, welche auf den Mund folgt und am obern Theile des Halses liegt. Die hinteren Nasenöffnungen bilden sein oberes Ende, und sowohl vornen als oben ist er von dem Munde nur durch das Gaumensegel getrennt. Vornen und unten communizirt er mit dem Kehlkopf und der Luftröhre, jenem Kanale, in welchem die Luft sich in die Lungen begibt; unten und hinten setzt er sich in der Speiseröhre (oesophagus), einer langen und geraden Röhre, fort, welche den Hals hinuntersteigt, die Brust zwischen den beiden Lungen hinter dem Herzen vor der Wirbelsäule durchläuft, durch das Zwerchfell hindurchgeht und sich endlich im Magen endigt (Fig. 3 u. 24).

§. 61. Beim Durchgang durch den Schlundkopf muß der Bissen seinen Weg an den hinteren Nasenöffnungen und der Oeffnung des Kehlkopfes (oder Stimmritze) vorbei nehmen und unmittelbar in die Speiseröhre hinuntersteigen. Es ist hauptsächlich das Gaumensegel, welches, indem es sich zu einer horizontalen Lage erhebt und sich an die hintere Seite des Schlundkopfes anlegt, die Speisen daran hindert, daß sie in die Nasenhöhlen aufsteigen, und sie dagegen zur Speiseröhre hinleitet. Damit sie nicht in die Stimmritze eindringen können, verengt sich diese Oeffnung im Augenblick des Verschluckens, und zu gleicher Zeit hebt sich der ganze Kehlkopf unter der Basis der Zunge, gleichsam wie unter einem Schirm, und läßt, indem er diese Bewegung macht, eine Klappe, den sogenannten Kehlkopfdeckel (epiglottis) herabsinken, welcher, wie schon sein Name anzeigt, über der Stimmritze liegt und sie alsdann wie mit einem Schirm bedeckt. Es bleibt also kein anderer Durchgang als derjenige, der zum Magen führt, übrig; während diese Bewegungen Statt haben, findet sich der Bissen bis in die Speiseröhre durch, die Contraktion der zahlreichen Muskeln, womit der Kehlkopf versehen ist, geschoben. Diese Contraktionen und so auch die Bewegungen des Kehlkopfes, geschehen unabhängig von dem Willen und so schnell, daß die Speisen beinahe in einem Augenblick diesen Weg räumen, welchen man an dieser Stelle einem Kreuzweg vergleichen kann, wo der Speisekanal den

Weg durchkreuzt, durch welchen die zur Respiration nothwendige Luft zu den Lungen gelangt. Manchmal jedoch ist das Verschlucken nicht wie es sein soll, d. h. man verschluckt die Speisen auf eine solche Weise, daß sie in die Luftröhre dringen, anstatt in die Speiseröhre zu gelangen.

Wenn der Speisebissen endlich in die Speiseröhre gelangt ist, so erregt er eine allmälige Contraktion der Muskeln, welche diese Röhre kreisförmig umgeben und das Verschlucken vollenden.

Verdauung im Magen oder Chymusbildung (chymificatio).

§. 62. Mit Hülfe des Mechanismus, dessen Studium uns so eben beschäftigt hat, gelangen die Speisen in den Magen, wo sie verdaut werden und in Chymus sich umbilden sollen.

Der Magen (stomachus) (Fig. 24), ist ein häutiger Sack, welcher querüber im obern Theile des Unterleibes liegt und bei dem Menschen die Form eines Dudelsackes hat. * Er verengt sich gradweise von der linken nach der rechten Seite und krümmt sich um sich selbst, so daß sein oberer Rand concav und sehr kurz ist, während sein unterer Rand (die große Krümmung des Magens genannt) convex und sehr lang ist. Die Oeffnung, vermittelst welcher dieses Eingeweide mit der Speiseröhre in Verbindung steht, wird Magenmund (cardia s. ostium oesophageum) genannt, und diejenige, welche von dem Magen zu den Gedärmen führt, heißt Pförtner (pylorus).**

Die Wandungen des Magens sind sehr dehnbar: wenn sein innerer hohler Raum nicht mit Speisen angefüllt ist, ziehen sie sich zusammen, und alsdann sieht man an ihrer innern Fläche eine Menge Falten, deren Anzahl in dem Maße kleiner wird, als der Magen ausgespannt wird. Auch bemerkt man auf der Oberfläche der Schleimhaut, die den Magen auskleidet, eine beträchtliche Anzahl kleiner Sekretionsdrüsen, die sogenannten Magenschleimdrüsen (folliculi gastrici), welche die darin sich bildende Flüssigkeit auf die Speisen ausgießen.

Diese Flüssigkeit, welche man Magensaft (sucus gastricus) nennt, ist, wie wir bald sehen werden, eines der wichtigsten Agenzien für die Verdauung, denn seine Einwirkung auf die Speisen bestimmt ihre Umbildung in Chymus. Wenn der Magen leer ist, bildet sich der Magensaft nur in sehr geringen Quantitäten; aber wenn die Wände dieser Höhle durch die Berührung mit Nahrungsstoffen, besonders mit festen, angeregt werden, so fließt er reichlich und hat immer sehr bemerkbare saure Eigenschaften.

§. 63. Die sich im Magen anhäufenden Speisen werden darin durch die muskulöse Seitenwände des Unterleibes ziemlich stark gedrückt und würden in die Speiseröhre zurückzutreten suchen, wenn der dem Magenmunde benachbarte Theil dieses Kanals nicht durch das Zusammenziehen seiner Muskeln geschlossen wäre. Dieser Widerstand wird zuweilen besiegt, und die Speisen steigen wieder bis zum Munde hinauf oder werden gar nach außen geworfen, welches Erscheinungen sind, die unter dem Namen Aufstoßen und Erbrechen bekannt sind.

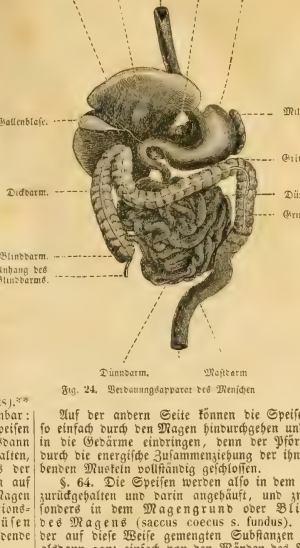


Fig. 24. Verdauungsapparat des Menschen

Auf der andern Seite können die Speisen nicht so einfach durch den Magen hindurchgehen und sofort in die Gedärme eindringen, denn der Pförtner ist durch die energische Zusammenziehung der ihn umgebenden Muskeln vollständig geschlossen.

§. 64. Die Speisen werden also in dem Magen zurückgehalten und darin angehäuft, und zwar besonders in dem Magengrund oder Blindsack des Magens (saccus coecus s. fundus). Einige der auf diese Weise gemengten Substanzen werden alsdann ganz einfach von den Wänden des Magens absorbirt und treten in das Blut ein, ohne eine vorläufige Veränderung erlitten zu haben; in diesem Falle befinden sich das Wasser, ein schwacher Alkohol und einige andere Flüssigkeiten. Andere Substanzen dringen in den Darmkanal ein und werden selbst unverändert mit den Extrementen ausgeworfen; doch werden in der Regel die Speisen darin verdaut und somit in eine breiartige und halbflüssige Masse, nämlich in Speisebrei oder Chymus, umgebildet.

Zuerst bemerkt man, daß die oben auf der Oberfläche der Speisemasse und nahe an den Seitenwänden des Magens gelegenen Speisetheile von dem Magensaft benetzt werden, daß sie ebenfalls wie diese Flüssigkeit sauer werden und sich nach und nach von der Oberfläche aus nach dem Mittelpunkte hin erweichen. Dieselbe Veränderung erleidet die ganze Masse, und in Folge dieser Erweichung bilden sich diese Substanzen in eine weiche, breiähnliche und gewöhnlich graue Masse, mit einem faden und eigenthümlichen Geruche um, welche ein Gemisch aus Chymus und den übrigen Speisen darstellt.

§. 65. **Die Natur des Verdauungsprozesses.** Man hat eine große Anzahl Versuche gemacht, in der Absicht, uns über das aufzuklären, was während der Verdauung der Speisen in dem Magen vorgeht. Die bemerkenswerthesten sind von Spallanzani, einem berühmten Physiologen in Modena. Zu der Zeit, als er seine Nachforschungen begann, glaubte man, daß diese Erscheinung bloß eine Art Zerreibung wäre, und der Chymus auf solche Weise zerriebene

* Man versteht auch in der That aus Thierjägen, die Aehnlichkeit mit dem Magen des Menschen haben, den Luftbehälter der Dudelsäcke.

** Das Wort pylorus ist aus dem griechischen πυλουρός, Pförtner, abgeleitet und der obengenannten Oeffnung des Magens gegeben worden, um an die Funktionen derselben zu erinnern; so lange die Verdauung der Speisen noch nicht so weit vorgeschritten ist, daß diese in die Gedärme gehen können, bleibt der Pförtner geschlossen und gestattet ihnen keinen Durchgang; aber sobald die Speisen in Chymus umgewandelt sind, schließt sich diese Oeffnung auf und läßt dieselben hindurchgehen.

Speisen darstelle, die in Fleisch umgewandelt werden könnten; Spallanzani aber bewies, daß dies nicht der Fall ist. Er ließ von zwei Vögeln Nahrungsstoffe verschlucken, eingeschlossen in Röhren und in einer Art metallener Büchsen, deren Wände so durchlöchert waren, daß sich die Speisen zwar vor jeder Reibung gesichert fanden, sich jedoch nicht der Einwirkung der im Magen enthaltenen Säfte entziehen konnten, und fand eine Verdauung wie in den gewöhnlichen Umständen. Er schloß mit Recht daraus, daß der Magensaft die Hauptursache von der Chymusbildung sein müsse; und um es noch besser zu beweisen, nahm er noch seine Zuflucht zu sehr sinnreichen Experimenten. Er ließ von Raben und andern Vögeln kleine Schwämmchen verschlucken, woran ein Faden befestigt war, mit dessen Hülfe er diese Schwämmchen aus dem Magen zurückzog, nachdem sie sich einige Minuten lang darin befunden und sich mit den darin enthaltenen Flüssigkeiten benetzt hatten. Auf diesem Wege verschaffte er sich eine beträchtliche Menge Magensaft, den er in Gefäße that, die gehörig zertheilte Speisen enthielten; dabei sorgte er zu gleicher Zeit für eine Temperaturerhöhung, um somit so sehr wie möglich die zur Chymusbildung erforderlichen Umstände nachzuahmen, und sah nach einigen Stunden die Speisemasse, die er dieser künstlichen Verdauung unterworfen hatte, sich in eine, in allen Punkten derjenigen ähnlichen Substanz umwandeln, welche im Magen in Folge der natürlichen Verdauung gebildet würde.

Andere, an dem Menschen selbst gemachte Beobachtungen haben zu ähnlichen Resultaten geführt. Die Beobachtungen, welche man einem amerikanischen Arzte, dem Doktor Beaumont, verdankt, bieten besonders viel Interesse dar; sie sind an einem sehr gesunden jungen Manne gemacht worden, dessen Magen durch eine Schußwunde durchlöchert worden und dessen Heilung in so fern unvollkommen geblieben war, als die obschon vernarbte Wunde noch eine Oeffnung zurückließ, durch welche man leicht jeden Vorgang im Innern dieses Organes sehen konnte. Dieser Arzt hat sich alsdann davon versichert, daß die im Magen angelangten Speisen sogleich die Absonderung des Magensaftes erregen, sich damit tränken und alsdann durch dieses einzige Agenz verdaut werden; denn als er sie auf diese Weise getränkt aus dem Magen wieder herausnahm, sah er dieselben sich noch allmälig in eine chymusartige Masse umwandeln. Vermittelst einer Röhre konnte er sich diesen Magensaft leicht verschaffen, welchen er aus den Seiten des Magens herausschwitzen sah, und indem er diese Flüssigkeit, wie Spallanzani, bei seiner künstlichen Verdauung anwandte, gelang es ihm, Stücke Ochsenfleisch in eine dem Chymus, der das Produkt einer natürlichen Verdauung ist, ähnlichen halbflüssigen Substanz umzubilden.

Es ist also evident, daß der Magensaft die Hauptursache der Veränderungen ist, den die Speisen während ihres Aufenthaltes im Magen erleiden, und die Kenntniß dieser Thatsache muß uns zur Erforschung des Prinzipes führen, welches dieser Flüssigkeit so merkwürdige Eigenschaften gibt.

§. 66. Noch in der letzteren Zeit schrieb man die auflösende Kraft des Magensaftes der Hydrochlorsäure und der Milchsäure zu, welche stets in seine Zusammensetzung treten; diese Säuren besitzen in der That die Eigenschaft, mehrere der gewöhnlichen Nahrungsstoffe anzugreifen, doch ist ihre Wirkung zu schwach, um damit die Erscheinungen der Chymusbildung erklären zu können; und nach den neueren Versuchen, die man Eberle, Schwann und Müller in Berlin verdankt, scheint es, daß der Magensaft einen besondern Stoff enthalte, dessen Wirkung auf die meisten Nahrungsstoffe eine Analogie mit der Einwirkung der Diastase auf das Stärkmehl hat. Dieser noch nicht vollständig erkannte Stoff, dem man den Namen Pepsin gegeben hat, ist nur um so wirksamer, als er mit Chlorwasserstoffsäure (Salzsäure) verbunden ist und alsdann die Eigenschaft besitzt, den Faserstoff, den geronnenen Eiweißstoff und die meisten Nahrungsstoffe, selbst die festesten, aufzulösen und in eine Art Brei umzuwandeln; auch bestimmt er wichtige Veränderungen in der chemischen Natur einiger dieser Stoffe, z. B. in dem Eiweißstoff.

Gewisse Nahrungsstoffe, z. B. der Käsestoff, die Gallerte und der Kleber, werden durch das Pepsin nicht aufgelöst, und es scheint, daß sie zu ihrer Verdauung im Magen vorläufig noch andern Agenzien unterworfen werden müssen. Der Speichel ist einer dieser Auflösestoffe. Bei Thieren, die sich besonders von vegetabilischen Stoffen ernähren, besteht öfters zwischen dem Munde und dem eigentlichen Magen eine Höhle, mit der Bestimmung, die Speisen während der Benetzung mit jener Flüssigkeit aufzuhalten; bei den Säugethieren aus der Ordnung der Wiederkäuer heißt dieser erste Magen Vormagen oder Pansen (Fig. 25) und bei den Vögeln Kropf.

Fig. 25. Die verschiedenen Mägen des Schafs.

Also durch den Speichel und besonders den Magensaft werden die Speisen in Chymus umgebildet; indessen können gewisse Substanzen diesen Flüssigkeiten widerstehen und den Magen hindurchlaufen, ohne aufgelöst zu werden; zur Verdauung derselben bedarf es des Einflusses eines andern Agenzes, das sie, wie wir bald sehen werden, bei ihrem Weiterschreiten im Nahrungskanal antreffen.

Während der Chymusbildung werden die Seitenwände des Magens der Sitz kreisförmiger Contractionen, welche zuerst die Richtung von rechts nach links haben; aber nach einer gewissen Zeit machen sich diese wurmförmigen oder peristaltischen Bewegungen in entgegengesetzter Richtung und bringen den Chymus zuerst bis zum Pförtner und dann in den Dünndarm.

Chylusbildung (chylificatio).

§. 67. **Der Darmkanal** (canalis s. ductus intestinalis). Jener Theil des Speisekanals, in welchen die Speisen nach ihrer Verdauung im Magen dringen, hat den Namen Darmkanal (Fig. 24). Er ist ein häutiger und um sich selbst gewundener Schlauch von nicht sehr beträchtlichem Durchmesser, aber einer sehr bedeutenden Länge, da er bei dem Menschen ungefähr das siebenfache der Körperlänge beträgt. Bei denjenigen Thieren, welche sich ausschließlich von Fleisch nähren, sind die Gedärme im Allgemeinen kürzer, als bei dem Menschen und den andern Omnivoren; während bei den Pflanzenfressern ihre Länge weit beträchtlicher ist. Bei dem Löwen z. B. haben sie nur ungefähr die dreifache Körperlänge, und bei dem Widder gleicht ihre Länge oft der achtfachen. Der

Grund dieser Verschiedenheiten ist leicht einzusehen, denn es ist evident, daß die Pflanzensubstanzen, welche sehr langsam verdaut werden und eine sehr geringe Quantität wahrhaft nährenden Stoffes enthalten, in größerer Menge genommen werden und sich längere Zeit in dem Speisekanal aufhalten müssen, als das Fleisch, dessen Verdauung sehr schnell vor sich geht, und dessen ganze Masse beinahe aus ernährenden Stoffen zusammengesetzt ist. — Der Darmkanal befindet sich, wie schon gesagt worden, in dem Unterleibe und ist in die Falten des Bauchfells eingeschlossen, welche ihn an dem Rückgrat festhalten (Fig. 3). Er setzt sich aus zwei Hauptheilen zusammen, nämlich dem Dünndarm und dem Dickdarm.

Der Dünndarm (intestinum tenue) kommt nach dem Magen; in ihm wird die Verdauung vollendet. Er ist sehr enge und hat eine Länge, die beinahe Dreivierteil der Totallänge des Darmkanals beträgt. Seine äußere Oberfläche ist glatt, die ihn umgebenden Muskelfasern sind sehr nahe aneinander gerückt, und die sein Inneres auskleidende Schleimhaut bietet eine Menge kleiner Drüschen und hervorspringender Ansätze oder Zotten dar. Auch bemerkt man daran eine große Anzahl Transversalfalten, die den Namen valvulae conniventes haben. Die Drüsen scheiden immerwährend einen zähen Schleim aus, dessen Menge sehr bedeutend ist. Die Zotten scheinen, wie wir bald sehen werden, besonders zur Absorption der Verdauungsprodukte zu dienen und das Vorwärtsschreiten des Chymus zu verzögern.

Die Anatomen unterscheiden an dem Dünndarme drei Theile: den Zwölffingerdarm (duodenum), den Leerdarm (jejunum) und den Krummdarm (ileum); doch hat diese Unterscheidung keine große Bedeutung in der Physiologie.

§. 68. **Die Leber** (hepar) **und die Bauchspeicheldrüse** (pancreas). Die in diesen Darm eintretenden Nahrungsstoffe mischen sich darin mit den, an seinen Seitenwänden sich ausscheidenden Feuchtigkeiten und noch mit zwei besondern Flüssigkeiten — der Galle und dem Safte des Pancreas, von denen eine jede in einem, in der Nähe des Magens gelegenen drüsenartigen Organe gebildet wird.

Die Leber oder das die Galle erzeugende Organ (Fig. 24) ist das umfangsreichste Eingeweide des Körpers. Sie ist beim Menschen im obern Theile des Bauches, hauptsächlich zur rechten Seite gelegen, und geht bis zum Niveau des untern Randes der Rippen hinab. Ihre obere Fläche ist erhaben, ihre untere unregelmäßig concav. Die Farbe dieses Organs ist rothbraun, seine Substanz weich und compact, und wenn man es zerreißt, so scheint es aus einer Anhäufung kleiner fester Körner zu bestehen, in welche sich Blutgefäße einmünden, und aus welchen Ausführungsgänge entstehen, welche die Galle nach außen zu führen haben.

Diese Kanäle oder Gänge vereinigen sich allmälig unter sich zu Zweigen, Aesten und endlich zu einem Stamme, welcher aus der Leber an ihrer untern Seite tritt, um zum Zwölffingerdarm zu gehen, und noch mit einem an die Leber angehängten häutigen Beutel in Verbindung steht, der gewöhnlich Galle abhorbert und Gallenblase (cystis s. vesicula fellea s. bilis) genannt wird. Der Kanal geht unweit des Magens in dem Zwölffingerdarm zu Ende.

Bei den niedern Thieren wird die Leber öfters durch eine Anhäufung kleiner an dem einen Ende geschlossener und in den Verweigungen eines Ausführungskanals eingefügter Röhren (wie sich's bei den meisten Crustaceen findet), oder durch einfache, aber sehr lange Gefäße ersetzt, wie man es bei den Insekten bemerkt. Bei noch weiter unten stehenden Thieren endlich fehlt sie ganz und gar, und ist nur durch ein Drüsengewebe vorgestellt, welches einen Theil des Darmkanals umgibt; dieses Absonderungsorgan ist das constanteste im Thierreich.

Die Galle (bilis) ist eine zähe, dickflüssige, grünliche und sehr bitterschmeckende Flüssigkeit. Sie ist immer alkalisch und hat mit der Seife viel Aehnlichkeit. Man findet darin in Wasser aufgelöst ein aus Kali und einer Fettsäure von besonderer Natur gebildetes Salz, ferner Cholestrin oder Gallenfettsäure, ein färbendes Prinzip, ein wenig Oleat oder margarinsaures Natron und Schleim.

§. 70. Der Saft der Bauchspeicheldrüse hat sowohl wegen seiner physikalischen Eigenschaften, als wegen seiner chemischen Zusammensetzung eine große Aehnlichkeit mit dem Speichel; auch gleicht die große Bauchspeicheldrüse, welche ihn erzeugt, den Speicheldrüsen. Sie ist eine körnige Masse, welche bei dem Menschen in eine bedeutende Anzahl größerer und kleiner Läppchen von ziemlich fester Consistenz und einer ein wenig ins Rothe spielende grauweißer Farbe getheilt ist; ihre Lage ist querüber zwischen dem Magen und der Wirbelsäule (Fig. 24). Ein jedes Körnchen, aus denen sie zusammengesetzt ist, gibt einem kleinen Ausführungsgange die Entstehung, und alle diese Kanäle vereinigen sich zur Bildung eines Kanals, welcher sich in dem Zwölffingerdarm ganz nahe an der Stelle öffnet, wo der aus der Leber kommende Kanal einmündet.

§. 71. **Bildung des Chylus.** Wir haben schon gesehen, wie die wurmförmigen Bewegungen des Magens den Chymus zum Pförtner hinaus in den Zwölffingerdarm stoßen. Diese Oeffnung ist mit einer Klappe versehen, welche sich der Rückkehr dieses Stoffes in den Magen entgegensetzt; die Gegenwart des Chymus in dem Darmkanal bestimmt in der Röhre Contraktionen, welche den des Magens ähnlich sind, und genau den Bewegungen eines kriechenden Regenwurmes gleicht. Mit Hülfe dieser wurmförmigen Bewegungen häuft sich der Chymus im Darme an und rückt in demselben mehr und mehr vorwärts. Während dieses Vorwärtsschreitens mischt er sich mit der Galle und andern ihm beigegebenen Feuchtigkeiten, wodurch sich seine Eigenschaften allmälig verändern. Zuerst wird er gelblich, bitter, mehr oder weniger eine Säure, dann alkalisch, und eine mehr oder weniger dicke Substanz scheidet sich davon ab, die je nach der Natur der Nahrungsstoffe, bald weiß, bald gräulich aussieht, sich an die Oberfläche der Schleimhaut des Darmes hängt, und von den Physiologen mit dem Namen roher Chylus bezeichnet wird. Zugleich werden die flüssigsten Theile des Chymus von den Seitenwänden des Kanals aufgesaugt, so daß im letztern Drittheil des Dünndarmes sich fast nichts mehr davon vorfindet; der durch das Ueberbleibsel des Chymus, durch die Galle und durch die andern schon erwähnten Feuchtigkeiten gebildete Brei gewinnt eine größere Consistenz, nimmt eine dunklere Farbe an und geht in den Dickdarm.

Die Galle spielt in der Verdauung eine eben so wichtige Rolle als der Magensaft, und scheint hauptsächlich die Bestimmung zu haben, der Einwirkung dieses Saftes ein Ziel zu setzen, indem es die in ihm enthaltenen Säuren neutralisirt, ferner gewisse Nahrungsstoffe aufzulösen, die der Verdauung im Magen widerstehen konnten (z. B. die fetten Stoffe), endlich durch ihren Reiz erregenden Contact die Seitenwände des Darmes anzuregen und darin den peristaltischen Bewegungen den gehörigen Impuls zu geben. Was den Saft der Bauchspeicheldrüse betrifft, so muß er wahrscheinlich seiner alkalischen Eigenschaften wegen fast auf die nämliche Weise wirken; doch weiß man in dieser Beziehung nichts Bestimmtes.

§. 72. Wie dem auch sei, es wird die Verdauung gewöhnlich im Dünndarme vollendet; aus der Speisemasse entwickeln sich während dieses Prozesses ver-

schiedene Gase, die den Darmkanal mehr oder weniger ausspannen. Diese Gase sind hauptsächlich Kohlensäure und reiner Wasserstoff; manchmal findet man auch Stickstoff darin.

§. 73. Ausführung der von der Verdauung übrig gelassenen Stoffe. Die Nahrungsstoffe, welche nicht in Chylus umgebildet werden können, müssen nach außen geführt werden, deßhalb dringen sie in den Dickdarm ein und häufen sich darin auf.

Der Dickdarm (intestinum colon s. crassum) (Fig. 24) folgt auf den Dünndarm; bei den meisten Säugethieren erkennt man ihn leicht durch die zahlreichen Erweiterungen, welche man an seinen Seitenwandungen zwischen den verschiedenen Muskelbündeln gewahrt. Er zerfällt in den Blinddarm (coecum), den Grimmdarm (colon) und den Mastdarm (rectum).

Der Blinddarm (coecum)*, welcher am Hüftbein der rechten Seite liegt, verlängert sich als Blindsack über den Einschnitt des Dünndarmes hinaus und stellt an seinem Ende einen wurmförmigen Anhang dar. Die Oeffnung des Dünndarmes ist mit Falten besetzt, welche die Einrichtung von Klappen haben und deßhalb die in den Blinddarm geschobenen Stoffe verhindern, in den Krummdarm einzutreten und in den Magen zurückzukehren.

Der Grimmdarm (colon) ** folgt auf den Blinddarm, steigt zur Leber auf, durchläuft unmittelbar unter dem Magen den Unterleib in die Quere und steigt dann links hinab bis zum Becken, wo er sich im Mastdarme fortsetzt, der am After zu Ende geht.

§. 74. Der Koth wird allmälig vom Blinddarm zum Mastdarm geschoben, wo er sich anhäuft und eine Zeitlang bleibt. Indem diese Auswurfsstoffe durch den Dickdarm auf solche Weise hindurch gehen, werden sie fester, verändern ihre Farbe und nehmen einen besondern Geruch an. Zu gleicher Zeit entwickeln sich in diesem Darme eine mehr oder weniger beträchtliche Menge Gase, welche durch das fast beständige Vorhandensein des Kohlenwasserstoffs und zuweilen auch durch die Gegenwart einer kleinen Menge Schwefelwasserstoff von denjenigen des Dünndarmes verschieden sind.

Die Muskelfasern, welche den After (anus) umschließen und den Schließmuskel dieser Oeffnung bilden, ziehen sich immerwährend zusammen und verhindern folglich den Ausgang der in dem Dickdarm angehäuften Stoffe. Zum Auswurf dieser Stoffe ist die Contraktion der diesen Darm umgebenden Muskelfasern im Allgemeinen noch unzureichend; es gehört noch dies dazu, daß sich das Diaphragma und die übrigen Muskeln des Unterleibes zu demselben Zweck vereinigen, indem sie auf die, in dieser Höhle enthaltenen Eingeweide drücken.

* Die Anatomen haben den vordern Theil des Dickdarmes Blinddarm, coecum (von coecus, blind), genannt, weil er sich nach unten in der Form eines Blindsackes verlängert.

** Man leitet dieses Wort ab aus dem griechischen κολυω, ich halte zurück, weil dieser Darm die Auswurfsstoffe einige Zeit in seinen Falten zurückhält.

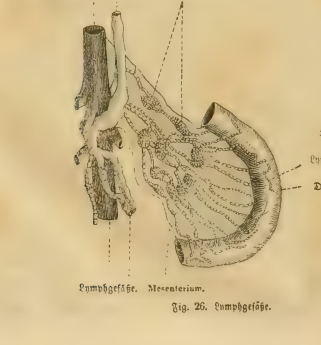


Fig. 25. Lymphgefäße.

Absorption des Chylus.

§. 76. Zum vollständigen Abschluß des Studium der Verdauung bleibt uns noch die Untersuchung der Art und Weise, wie der aus den Speisen ausgezogen Nahrungsstoff von dem Darmkanal in die Blutmasse die sie zu erneuern hat, übergeht.

Einige der in den Magen eingeführten Flüssigkeiten werden unmittelbar von den Venen absorbirt, welche sich in den Seitenwänden dieser Höhle und denen des Dünndarmes verästeln; der Chylus aber verfolgt einen andern Weg, er dringt nämlich in ein besonderes Kanalsystem ein, das zu seiner Fortführung bestimmt ist. Diese Gefäße, Chyliferen oder Milchgefäße genannt (weil sie gewöhnlich dieses Aussehen haben, wenn sie mit Chylus angefüllt sind) gehören, nach dem bereits Gesagten, dem lymphatischen Gefäßsystem an. Sie nehmen in unmerklie kleinen Oeffnungen auf der Oberfläche der Zotten de Darmschleimhaut ihren Ursprung, und vereinigen sie in mehr oder weniger starke Aeste, die zwischen den beiden Seiten des Gekröses hinlaufen. Diese lymphatischen Gefäße durchlaufen auf ihrem Wege gewiß Ganglien, die man Gekrösdrüsen (glandulae mesenteriaca) nennt (Fig. 26), und münden in den Brustgang (ductus thoracicus), welcher wiederum in de linken Schlüsselbeinvene endigt.

§. 76. Bei einem nüchternen Thiere sind diese Gefäße beinahe leer, wenn sich dagegen die Verdauung im Darmkanale in voller Thätigkeit findet, so sieht es nicht lange an, daß sie sich mit Chylus anfüllen dessen Farbe im Allgemeinen eine weiße ist und wi Milch aussieht.

Die Zotten, womit die Oberfläche der Schleimhaut im Darmkanale besetzt ist, scheinen vorzugsweise zur Absorption des Chylus bestimmt zu sein. Sobald diese Erscheinung eintritt, so findet man sie angeschwellt und von dieser Flüssigkeit gerade so getränkt, wi man es an einem von Milch benetzten Schwamme sehen könnte. Der Chylus tritt sodann in die lymphatischen Gefäße, welche aus diesen Zotten kommen, und fließt ziemlich schnell in den Brustgang; doch ist die Ursache seine aufsteigenden Bewegung noch unbekannt.

§. 77. Der Chylus. Das Aussehe dieser Flüssigkeit verändert sich je nach der Natu der Speisen, denen sie ihre Entstehung verdankt und je nach den Thieren, bei welchen man sie beobachtet. Bei dem Menschen und de meisten Säugethieren ist sie gewöhnlich ei weißer, milchähnlicher Saft, mit einem besondern Geruch und einem salzigen und alkalischen Geschmack. Unter dem Mikroskop untersucht, scheint er aus einer serösen Flüssigkeit mit Fettröpfchen und runden Kügelchen zusammengesetzt zu sein. Der Chylus, welcher sich aus solchen Speisen gebildet hat, die keine fetten Substanzen enthalten, ist weit weniger undurchsichtig als der, aus fett- und ölhaltiger Substanzen; bei den Vögeln ist er fast immer

durchsichtig. Prüft man den Chylus in den Milchgefäßen nahe an ihrem Ursprunge, so findet man, daß die in ihm enthaltenen organischen Stoffe vornehmlich aus Eiweiß bestehen, wenn man ihn aber weiterhin in seinem Verlaufe, d. h. gegen die Schlüsselbeinvene hin, beobachtet, so sieht man, daß seine Eigenschaften nicht immer die nämlichen bleiben; in dem Maße als er in den lymphatischen Gefäßen vorwärts schreitet, nimmt er eine mehr oder weniger bedeutende Quantität Faserstoff auf, ein Prinzip, welches ihm die Eigenschaft gibt, nach Art des Blutes von selbst zu gerinnen. Gewöhnlich nimmt diese Flüssigkeit zugleich eine lichte Rosenfarbe an, und wird in Berührung mit der Luft für ein Lackroth empfänglich. Seine Natur nähert sich also immer mehr und mehr jener des Blutes, mit welchem er sich in der Schlüsselbeinvene da vereinigt, wo der Brustgang einmündet. Auf diese Weise werden die verdauten Nahrungsstoffe absorbirt und mit dem Nahrungssafte gemischt. Um das Studium der Erscheinungen der Ernährung fortsetzen zu können, müssen wir uns jetzt mit diesem Fluidum (Blut) und der Art und Weise beschäftigen, wie sich die organischen Stoffe, die er mit sich führt, verbreiten.

Das Blut (sanguis).

§. 78. Bei Thieren, die einen einfachen Bau zeigen, sind alle zur thierischen Oekonomie gehörigen Flüssigkeiten unter sich ähnlich; sie scheinen nichts als Wasser zu sein, das mehr oder weniger von organisirten Theilchen angefüllt zu sein scheint; aber bei Geschöpfen, die in der Reihe der Thiere einen höhern Rang einnehmen, haben die Flüssigkeiten nicht mehr alle dieselbe Natur; unter ihnen ist es namentlich eine, die auf eine spezielle Weise dazu bestimmt ist, den Bedürfnissen der Ernährung entgegen zu kommen: diese ernährende Flüssigkeit ist das Blut.

Diese Flüssigkeit ist es, die das Leben in den Organen erhält und ihnen die Materialien liefert, aus denen sie sich bilden. Auch ist das Blut die Quelle aller andern in dem Körper sich bildenden Flüssigkeiten: des Speichels, der Galle, des Urins, der Thränen u. a.

§. 79. Bei allen Thieren, die hinsichtlich ihres Baues dem Menschen nahe stehen, z. B. die Säugethiere, die Vögel, die Reptilien und die Fische, und selbst bei den meisten Würmern in der Klasse der Anneliden, zeigt das Blut ein intensives Roth. Anstatt roth und dick zu sein, besteht das Blut der untern Thiere nur aus einer wässerigen Flüssigkeit, die bald vollständig farblos, bald lichtgelb ist, ins Grüne, Rosenrothe oder Lila gehend: es ist ziemlich schwierig zu erkennen, und lange Zeit hat man geglaubt, daß diese Wesen desselben ganz und gar beraubt seien, daher nannte man sie blutlose Thiere.

Die Thiere mit weißem oder mit kaum gefärbtem Blute sind sehr zahlreich: zu dieser Kategorie gehören alle Insekten, und mit Unrecht betrachtet man im gemeinen Leben die Fliegen als Thiere, die rothes Blut im Kopfe haben; wenn man eines dieser Thierchen zerdrückt, so sieht man zwar eine röthliche Flüssigkeit, allein diese ist kein Blut, sondern rührt einzig und allein von den Augen dieser kleinen Geschöpfe her. Die Spinnen, die Krabben, die Krebse und alle sich an diese letztern anreihenden und von den Zoologen als Crustaceen bezeichneten Thiere haben gleichfalls beinahe nur farbloses Blut; die Schnecken, die sogenannten ebaren Muscheln, die Austern, die Eingeweidewürmer und die andern Thiere aus der Klasse der Mollusken und der Zoophyten sind in diesem Falle.

§. 80. Wenn man das Blut eines rothblütigen Thieres, d. h. eines Säugethieres, Vogels, Reptils und Fisches, unter dem Mikroskop untersucht, so bemerkt man, daß es immer aus zwei verschiedenen Theilen besteht: der eine ist eine gelbliche und durchsichtige Flüssigkeit, welcher man den Namen Blutwasser (serum) gegeben hat, der andere stellt eine Menge kleiner fester Körperchen mit einer regelmäßigen Form und einer schönen rothen Farbe dar, welche in dem obengenannten Fluidum schwimmen und Blutkügelchen genannt werden.

§. 81. **Die Blutkügelchen.** Bei Thieren der nämlichen Art haben alle Blutkügelchen die gleiche Form und beinahe die gleiche Größe; † wenn man sie aber bei den Thieren verschiedener Arten miteinander vergleicht, so bemerkt man daran bedeutende Verschiedenheiten. In der Regel gleichen sie sich bei den verschiedenen Thieren einer und derselben Klasse weit mehr, als bei solchen, die verschiedenen Klassen angehören; bei jenen können die Dimensionen variiren, allein fast immer nehmen sie die gleiche Form an, während bei diesen die Volumenunterschiede häufig weit bedeutender werden und selbst die Form sich ändern kann. Bei dem Menschen (Fig. 27) und bei fast allen Säugethieren (bei dem Hunde, dem Pferde, dem Ochsen) sind die Blutkügelchen sphäroidisch, * während sie bei den Vögeln, den Reptilien und den Fischen eine elliptische Form zeigen (Fig. 28). Diese Körperchen sind immer mikroskopisch klein; namentlich haben sie bei den Säugethieren eine außerordentlich geringe Ausdehnung. Bei dem Menschen, dem Hunde, dem Kaninchen und einigen andern Säugethieren beträgt ihr Durchmesser ungefähr $^1/_{125}$ Millimeter, und bei dem Hasen sogar nur $^1/_{250}$ Millimeter.

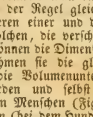


Fig. 27. **

Die Vögel haben größere Blutkügelchen als die Säugethiere. In der Klasse der Reptilien aber erreichen sie die beträchtlichsten Ausdehnungen; denn in dem Blute des Frosches haben sie ungefähr $^1/_{40}$ Millim. Länge und $^1/_{75}$ Millim. Breite; und bei dem Proteus, der unter allen bekannten Thieren die größten besitzt, ist ihre Länge ungefähr $^1/_{17}$ Millimeter.

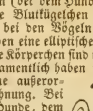


Fig. 28. ***

Hinsichtlich der Größe liegen die Blutkügelchen der Fische zwischen denen der Vögel und Reptilien.

Uebrigens sind die Blutkügelchen immer abgeplattet und zeigen einen Centralfleckchen mit einem dunkler gefärbten Rand. Ihr innerer Bau ist zuweilen sehr schwer zu erkennen; wenn man sie aber von einem solchen Thiere nimmt, wo ihr Volumen sehr groß ist, und sie mit Hülfe eines guten Mikroskops untersucht, so sieht man, daß sie aus zwei verschiedenen Theilen — einem Kern und einer Hülle bestehen, welche letztere das Ansehen eines kleinen Bläschens hat. Diese Hülle ist gewöhnlich platt gedrückt und bildet um den Kern herum eine mehr oder weniger dünne Einfassung, so daß das Ganze wie eine kleine in der Mitte angeschwollte Scheibe aussieht; sie ist roth gefärbt, und scheint aus einer Art leicht theilbarer, aber sehr elastischer Gallerte gebildet zu sein. Der Kern hat die Form eines Sphäroids und ist farblos. Bei dem

† Vor der Geburt haben die Kügelchen manchmal andere Dimensionen, und selbst eine andere Form, als in dem ganzen folgenden Leben. So z. B. hat das Huhn im Ei zuerst kreisrunde Kügelchen und erst in einer spätern Periode der Brut bieten alle diese Kügelchen eine elliptische Form dar. Nach der Geburt jedoch variiren diese Körperchen nicht mehr.

* Das Kameel und Lama machen von dieser Regel eine Ausnahme, denn bei ihnen sind die Blutkügelchen elliptisch.

** Fig. 27, die Blutkügelchen des Menschen, sind um das Vierhundertfache (im Durchmesser) vergrößert.

*** Fig. 28, elliptische Blutkügelchen der Vögel, der Reptilien und der Fische darstellend: a) Blutkügelchen des Huhns von vornen und im Profil gesehen; b) Blutkügelchen des Frosches; c) Blutkügelchen eines Fisches aus dem Geschlecht der Haie.

Menschen und den andern Säugethieren hingegen ist der centrale Theil der Kügelchen weniger in die Augen springend als der äußere, und der Kern ist nicht sehr bemerkbar; aber nach aller Wahrscheinlichkeit existirt er hier, wie in den andern Klassen der Wirbelthiere.

Diese rothen Kügelchen, welche dem Blute seine Farbe geben, sind jedoch nicht die einzigen, die man darin mit einem Mikroskope hat entdecken können. In dieser Flüssigkeit nämlich finden sich, wiewohl in weit geringerer Menge, noch andere Körperchen ohne Farbe und mit einer sphärischen Form, welche eine große Aehnlichkeit mit den Chyluskügelchen haben; sie sind wegen ihrer Mischung mit den Blutkügelchen gewöhnlich schwer wahrzunehmen.

§. 82. Bei den wirbellosen Thieren, deren Blut weiß oder nur wenig gefärbt ist, findet man ebenfalls Kügelchen; allein sie sind von denen der Rückenwirbelthiere sehr verschieden; ihre Größe ist bei einem und demselben Individuum sehr veränderlich; ihre Oberfläche hat das Ansehen einer Himbeere; man unterscheidet daran weder einen innern Kern noch eine äußere Hülle und ihre Form ist im Allgemeinen sphärisch.

§. 83. **Die Bestandtheile des Blutes.** Die Chemie lehrt uns, daß das Blut aus einer großen Anzahl verschiedener Stoffe zusammengesetzt ist. Bei den höheren Thieren findet man darin Wasser, Eiweißstoff, Faserstoff, einen roth färbenden eisenhaltigen Stoff, und einen andern, welcher gelb färbt, ferner mehrere fette Substanzen, nämlich: das Cholesterin (Gallensteinfett) und das Cerebrin — eine Substanz, die aus Phosphor und einer großen Anzahl Salzen (salzsaures Natron oder Kochsalz, salzsaures Kali, salzsaure Ammoniak, schwefelsaures Kali, kohlensaures Natron, kohlensaurer Kalk, kohlensaure Magnesia, phosphorsaures Natron, phosphorsaurer Kalk und phosphorsaure Magnesia, milchsaures Natron und aus Zeitsäuren gebildete Alkalisalze) besteht; endlich findet sich darin auch Eisen, freie Kohlensäure, Stickstoff und Sauerstoff. Indessen wie groß uns auch diese Zusammensetzung vorkommen mag, sie bleibt immer noch hinter der Wirklichkeit; wären unsere Mittel in der chemischen Analyse vollkommener, man würde in dem Blute noch andere Substanzen entdecken, die ganz gewiß darin enthalten sind, deren Quantitäten aber nur zu klein sind, als daß der Chemiker sie entdecken könnte. Um sich davon zu überzeugen, braucht man nur die Funktion gewisser Organe aufhören zu lassen, welche besondere Flüssigkeiten, wie z. B. der Urin, von dem Blute absscheiden; denn solche Stoffe, die auf diesem Wege aus der thierischen Oekonomie entfernt wurden, sich gewöhnlich im Blute nicht zeigen, häufen sich alsdann darin an und sind auf diese Art leicht zu erkennen, was wir übrigens noch mehr im Detail sehen werden, sobald wir an das Studium der Sekretionen kommen.

Die vorhin aufgezählten Bestandtheile des Blutes sind zugleich dieselben, die in die Zusammensetzung fast aller Theile der Oekonomie treten — seien sie nun fest oder flüssig; der Eiweißstoff bildet die Basis einer großen Anzahl Gewebe, der Faserstoff ist das constituirende Prinzip der Muskeln, die in dem Blut enthaltenen Salze kommen ebensowohl in den Knochen, als in den Flüssigkeiten vor; und nach allen bekannten Thatsachen hat man das Recht zu der Annahme, daß die zur Bildung des Fleisches, der Galle, des Urines ꝛc. bestimmten Materialien schon in dem Blute enthalten sind; die Organe, welche sich dieselben anzueignen haben, nehmen sie aus dieser Flüssigkeit, und schaffen sie nicht erst, daher haben einige Autoren nicht mit Unrecht das Blut flüssiges Fleisch genannt.

§. 84. Die Proportionen, nach welchen sich die verschiedenen, das Blut bildenden Stoffe darin vereinigt finden, ändern sich je nach der Verschiedenheit der Thiere sehr ab. Beim Menschen findet man gewöhnlich in 100 Theilen Blut ungefähr 79 Theile Wasser, $^{19}/_{100}$ Eiweißstoff, $^{1}/_{100}$ Salze und nur einige Tausendtheile Faserstoff und färbende Substanz. In dem Blute der Vögel ist der Antheil an Wasser im Allgemeinen etwas weniger groß; hingegen in dem Blut der Reptilien und der Fische ist er noch größer. Z. B. in dem Blute des Frosches sind in 100 Theilen mehr als 88 Theile Wasser enthalten.

Bei der Vergleichung der relativen Quantitäten des Blutwassers (serum) und der Blutkügelchen im Blute verschiedener Thiere bemerkt man ähnliche Differenzen; und wie wir in der Folge sehen werden, so besteht zwischen der Blutkügelchenmenge und der in diesen Wesen entwickelten Wärme eine merkwürdige Beziehung. Unter allen Thieren haben die Vogel das an Blutkügelchen reichste Blut, und auch zugleich die höchste Temperatur. Das Blut der Säugethiere ist darin etwas weniger reich ($^{7}/_{100}$ bis $^{12}/_{100}$ des Ganzen); bei den Reptilien und den Fischen, welche man kaltblütige Thiere nennt, weil sie wenig Wärme entwickeln, ist die relative Blutkügelchenmenge noch weit geringer, und geht nicht über $^{9}/_{100}$ bis $^{6}/_{100}$ des Totalgewichts des Bluts hinaus.

Uebrigens ändern sich auch die Proportionen der festen und flüssigen Elemente bei den verschiedenen Individuen einer und derselben Art ab, und verschiedene Umstände können das Blut eines und desselben Thieres modifiziren. Als Beispiel hiezu kann das Blut des Mannes dienen, das an Blutkügelchen reicher und an Wasser ärmer ist als das des Weibes, und als weiteres Beispiel läßt sich das Blut der Individuen mit einem sanguinischen Temperament anführen, dessen Blutkügelchenmenge größer und die Wassermenge geringer ist, als bei Individuen mit einem phlegmatischen Temperament.

§. 85. **Das Gerinnen des Blutes.** Im gewöhnlichen Zustand ist das Blut stets flüssig und besteht, wie wir schon gesagt haben, in einer wässerigen Flüssigkeit.

Doch gibt es Umstände, die seine physikalischen Eigenschaften völlig verändern. Dies findet z. B. jedesmal Statt, wenn man das Blut aus den, im Innern eines lebenden Thierleibes sich befindlichen Gefäßen nimmt; sich selbst überlassen, bildet es sich nach einigen Augenblicken in eine Masse von gallertartiger Consistenz um, welche sich nach und nach in zwei Theile scheidet, wovon der eine in einer gelblichen und durchsichtigen, von dem Serum gebildeten Flüssigkeit besteht, während der andere mehr oder weniger fest, völlig undurchsichtig ist, eine rothe Färbung zeigt und Blutkuchen oder Cruor genannt wird.

Diese Erscheinung wird der Gegenwart der in dem Blute enthaltenen Fibrine beigemessen. Diese in dem Serum aufgelöste Substanz hat die Eigenschaft, fest zu werden, sobald sie nicht mehr dem Einflusse des Lebens unterworfen ist. Indem sie den festen Zustand annimmt, führt sie mit sich die Kügelchen fort, und bildet, in Verbindung mit ihnen, eine gallertartige Masse, und zwar auf dieselbe Art, wie das zum Abklären einer trüben Flüssigkeit angewandte Eiweiß die damit gemischten kleinen Körperchen an sich reißt, sobald es durch den Einfluß der Wärme zum Gerinnen gebracht wird. Um sich davon zu verschern, daß die Gerinnung des Blutes von der Fibrine abhängt, darf man diese Flüssigkeit nur mit einer Ruthe, im Augenblick wo es aus der Vene gelassen wird, stark peitschen; in dem Momente ihres Festwerdens hängt sich alsdann die Fibrine an die Ruthe an, sondert sich daher leicht ab, und das Blut verliert die Eigenschaft zu gerinnen. Mit Hülfe eines

sehr einfachen Versuches gelangt man gleichfalls zu der Ueberzeugung, daß sich diese Fibrine in dem Serum, und nicht, wie man bis in die neue Zeit herein glaubte, in den Blutkügelchen findet. In der That, wenn man Blut von sehr voluminösen Kügelchen, z. B. das Blut eines Frosches, auf ein Filtrum gießt, so vermag man das Serum abzuscheiden und alle Kügelchen vor der Gerinnung zurückzuhalten, und in diesem Falle nimmt das Serum, obgleich die Blutkügelchem auf dem Filtrum geblieben sind, wie gewöhnlich eine feste Form an, nur mit dem Unterschiede, daß der nun ausschließlich aus Fibrin gebildete Blutkuchen, weiß, anstatt roth, aussieht, eben weil sich die Kügelchen nicht mehr darin finden.

§. 86. **Die Anwendung des Blutes.** Das Blut ist die unerläßliche Quelle der Ernährung. Indessen dient es nicht allein dazu, die Verluste wieder zu ersetzen, welche diese Organe erleiden, und sie zu ernähren, sondern es hat auch noch die Bestimmung, in diesen Theilen eine gewisse Erregung hervorzubringen, ohne welche das Leben darin aufhoren würde. Besser als jedes andere, kann folgendes Experiment eine Vorstellung von der wichtigen Rolle geben, welche diese Flüssigkeit in der thierischen Oekonomie spielt.

§. 87. Läßt man einem Thiere stark zu Ader, so sieht man, daß es immer und immer schwächer wird, und wenn der Blutverlust sehr stark ist, so sieht es nicht lange an, daß es sein Bewußtsein verliert; seine Respiration hört auf, seine Muskel bewegt sich mehr, und das Leben gibt sich durch kein äußeres Zeichen mehr kund; wenn der Blutverlust endlich ziemlich bedeutend geworden ist und man das Thier in diesem Zustande läßt, so folgt bald auf den Schein die Wirklichkeit — der Tod tritt alsbald ein. Ueberläßt man aber diesen scheinbaren Cadaver nicht seinem Schicksal, sondern bringt man ohne Zeitverlust in seine Adern ein dem ähnliches Blut, das er verloren hat, so sieht man es wieder zum Leben zurückkehren. In dem Maße, als man in seine Gefäße neue Blutquantitäten einführt, belebt es sich immer mehr; bald athmet es frei, bewegt sich mit Leichtigkeit, nimmt seinen gewöhnlichen Gang wieder an, und kann sich sogar vollständig wieder herstellen.

Diese mit dem Namen Transfusion bezeichnete Operation ist gewiß eine der merkwürdigsten, welche man je gemacht hat, und sie beweist am meisten die große Wichtigkeit des Einflusses, den die Blutkügelchen auf die lebenden Organe haben; denn wenn man sich auf die gleiche Weise eines der Kügelchen beraubten Serums bedient, so ist es gerade, als ob man reines Wasser anwendet, und der Tod ist eine unvermeidliche Folge von dem Blutverluste.

Die Fibrin spielt gleichfalls eine sehr wichtige Rolle in der Oekonomie. Magendie hat dargethan, daß, wenn man in die Blutadern eines Hundes ein seiner Fibrine beraubtes Blut bringt, dieses Thier bald nachher in einen Zustand außerordentlicher Schwäche fällt und nach einigen Tagen zu Grunde geht, indem es alle Symptome zeigt, die man an den, gewissen gefährlichen Fiebern zur Beute gewordenen Kranken beobachten kann.

§. 88. Welchen Einfluß das Blut auf die Ernährung hat, ist gleichfalls leicht zu beweisen. Wenn man z. B. durch mechanische Mittel auf eine merkliche und permanente Weise die Menge dieser durch irgend ein Organ erhaltenen Flüssigkeit vermindert, so sieht man, daß dieses an Größe abnimmt und öfters sogar sich fast auf ein Nichts reduzirt. Auf der andern Seite bemerkt man, daß je mehr irgend ein Theil des Körpers funktionirt, desto mehr Blut er aufnimmt und auch an Volumen zunimmt. Es weiß auch wirklich Jedermann, daß die Muskelübungen diejenigen Theile noch mehr zu entwickeln suchen, mit denen sie gemacht werden; z. B. bei den Tänzern erhalten die Muskeln der untern Extremitäten und besonders der Waden eine merkliche Dicke, während bei den Bäckern und überhaupt bei solchen Leuten, die mit ihrem Arme harte Arbeiten verrichten, die Muskeln der obern Extremitäten fleischiger werden als die übrigen Leibestheile. Diese Muskeln nehmen daher mehr Blut auf, wenn sie sich zusammenziehen, als wenn sie in Ruhe sind; es wird durch diesen Blutzufluß der Nährungsprozeß, wovon sie der Sitz sind, thätig, und ihr Volumen nimmt zu.

§. 89. Indem so die ernährende Flüssigkeit auf die Organe wirkt, erleidet sie auch ihrerseits einige Modifikationen und verliert deßhalb bald ihre belebenden Eigenschaften. Das Blut, welches in die verschiedenen Theile des Körpers fließt, ist hellroth gefärbt, während es einen schwarzrothen Teint annimmt, wenn es dieselben durchlaufen hat, und hat in diesem Zustand auch nicht mehr das Vermögen, das Leben in den Organen zu unterhalten. Allein dieses verdorbene oder wenigstens in irgend einer Art unbrauchbar gewordene Blut nimmt durch die Einwirkung der Luft seine ursprünglichen Eigenschaften wieder an und wird alsdann für die Erregung der Lebensbewegung geeignet.

Die Funktionen, mit deren Hülfe diese wichtige Veränderung vor sich geht, ist die Respiration, mit welcher wir uns bald zu beschäftigen haben werden.

Dasjenige Blut, das die Einwirkung der Luft erlitten hat und zum Lebensunterhalt geeignet ist, heißt arterielles Blut; dasjenige, was schon auf die Organe gewirkt hat und nicht mehr fortfahren kann, das Leben zu unterhalten, wird venöses Blut genannt; dieses enthält im Allgemeinen weniger Blutkügelchen als das arterielle Blut und gerinnt weniger schnell; noch mehr aber unterscheidet es sich von jenem durch seine dunkle Farbe und die Art und Weise seiner Einwirkung auf die lebenden Gewebe.

Kreislauf des Blutes.

§. 90. Nach dem, was wir über die Bedeutung der ernährenden Flüssigkeiten für den Lebenshaushalt und den Einfluß der Respiration auf die physiologischen Eigenschaften dieser Flüssigkeiten gesagt haben, ist es evident, daß sie der Sitz einer beständigen Bewegung sind.

Weil das Blut, das für alle Theile des Körpers die zu ihrer Ernährung nöthigen Materialien liefert, und diese Flüssigkeit zugleich der Weg ist, auf welchem die eliminirten Theilchen der Substanz der Gewebe in die entfernten Punkte des Körpers fortgeführt werden, so kann es nicht in Ruhe bleiben und muß nothwendig durch alle Organe unaufhörlich laufen. Bei den meisten Thieren jedoch sind diese Bedingungen der Existenz nicht die einzigen, welche die Bewegung des Blutes für die Unterhaltung des Lebens unumgänglich nothwendig machen: wenn die Luft nicht selbst in das Innere aller Gewebe eintritt (wie dieses bei den Insekten der Fall ist) und nur durch die Vermittlung eines speziellen Respirationsorganes (z. B. die Lungen) wirkt, so ist es ebenfalls nicht schwer zu sehen, daß das die Gewebe schon durchlaufene Blut sich auch in den Respirationsapparat begeben muß, um daselbst dem belebenden Einfluß der Luft unterworfen zu werden, ehe es von Neuem in die nämlichen Gewebe zurückfließt. Dieses findet nun wirklich Statt, und es bildet diese Bewegung die Circulation des Blutes.

Dieses Phänomen war den Alten unbekannt, und seine Entdeckung verdankt man Harvey, einem Arzte Karls I., Königs von England (im Jahre 1619).

§. 91. **Circulationsapparat.** Bei einigen niedern Thieren strömt das Blut bloß durch die Lücken, die zwischen den verschiedenen Organen des Körpers

oder zwischen den, diese Organe zusammensetzenden Lamellen liegen. Allein bei allen höhern Thieren und auch bei dem größten Theile derjenigen, die in der Thierreihe einen weniger hohen Rang einnehmen, findet die Circulation im Innern eines sehr complicirten Apparates Statt, der 1) aus einem zur Fortleitung des Blutes in alle Theile, wo es hinfließen soll, dienlichen Kanalsystem, und 2) aus einem besondern Organe besteht, das die Bestimmung hat, diese Flüssigkeit in Bewegung zu setzen.

Jene Kanäle haben den Namen Blutgefäße, und das bewegende Organ heißt Herz.

Das Herz ist der Mittelpunkt des Circulationsapparates; es ist ein fleischiger und mit den Blutgefäßen in Communication stehender Sack, welcher das Blut in sich aufnimmt, und indem es sich von Zeit zu Zeit zusammendrückt, stößt es diese Flüssigkeit in jene Kanäle und bringt auf diese Weise darin eine beständige Strömung hervor.

Fast alle Thiere haben ein Herz. Dieses Organ findet sich nicht allein bei den Säugethieren, den Vögeln, den Reptilien und den Fischen, sondern auch bei den Schnecken, den Austern und den übrigen Mollusken; bei den Krabben und den Krebsen, bei den Spinnen ꝛc.

Die Blutgefäße sind von zweierlei Art, nämlich:

1) Arterien, welche dazu dienen, das Blut von dem Herzen aus in alle Theile des Körpers zu führen;

2) Venen, die das Blut von allen Theilen des Körpers wieder in das Herz zurückführen.

Die Arterien gehen von dem Herzen aus und theilen sich in Aeste und Zweige, die nach und nach um so zahlreicher und dünner werden, als sie vorwärts schreiten und sich in zahlreichere und entferntere Theile des Körpers vertheilen.

Die Venen bieten einen ähnlichen Bau dar, der aber zur Hervorbringung eines entgegengesetzten Resultates bestimmt ist, indem das Blut in diesen Gefäßen einen umgekehrten Lauf hat. Weit vom Herzen entfernt, sind sie sehr zahlreich, allein nach und nach vereinigen sie sich und bilden größere Kanäle, welche ihrerseits wieder nahe am Herzen zur Bildung eines oder zweier dicker Stämme zusammentreten.

Fig. 29. Capillargefäße an einem Froschfuß. *

Die letzten Verzweigungen der Arterien in der Substanz der Organe setzen sich mit den Wurzeln der Venen auf die Weise fort, daß dadurch eine ununterbrochene Folge enger Kanäle gebildet wird, worin das Blut diese Organe durchströmt.

Den sehr engen Kanälen, welche auf diese Weise die Communication zwischen den äußersten Enden der Arterien und Venen vermitteln, gibt man den Namen Capillargefäße, weil man sie ihrer außerordentlichen Feinheit wegen mit den Haaren vergleichen kann.

An dem, den Capillargefäßen entgegengesetzten Ende stehen die Arterien und Venen durch die Vermittlung der Herzhöhlen miteinander in Verbindung. Dadurch bildet der Gefäßapparat einen vollständigen Kreis, in welchem das Blut sich bewegt, um unaufhörlich auf seinen ersten Ausgangspunkt zurückzukehren; und wegen der Natur dieser Bewegung nennt man ihn Kreislauf oder Circulation des Blutes.

Der Kreislauf kann einem Baume verglichen werden, dessen Stamm so gebogen ist, daß die letzten Verzweigungen der Aeste den äußersten Verästelungen der Wurzeln begegnen: der obere Theil des Stammes und seine Aeste stellen die Arterien vor; der untere Theil des Stammes und seine Wurzeln sind die Venen; im Vereinigungspunkt dieser zwei Theile des Stammes ist die Stelle des Herzens.

Bei allen Thieren, wo die Respiration kein besonderes Organ hat (wie z. B. die Lungen), verästeln sich die Blutgefäße nicht allein in den Geweben, welche sie ernähren sollen, sondern auch in dem Organe, wo die Luft auf das Blut einwirkt, daher durchläuft diese Flüssigkeit zwei Arten von Capillargefäßen: die eine zur Ernährung, die andere zur Respiration dienend; die Circulation im Respirationsapparate wird kleiner Kreislauf, und die im übrigen Körper großer Kreislauf genannt.

Der Weg, den das Blut nimmt, und der Bau des Circulationssystems ändern sich übrigens in den verschiedenen Thierklassen bedeutend ab. Diese Differenzen werden wir noch spezieller angeben; doch ehe wir uns damit beschäftigen, müssen wir erst im Detail die Einrichtung und den Mechanismus dieses Apparates bei einem Thiere betrachten, was uns später bei der Vergleichung als Anhaltspunkt dienen kann.

Beschreibung des Circulationsapparates bei den höhern Thieren.

§. 92. **Das Herz.** Bei dem Menschen und solchen Thieren, die sich durch ihren Bau uns am meisten nähern, ist das Herz, das zwischen den Lungen in der Brusthöhle gelegen ist (Fig. 3 u. 30); sein

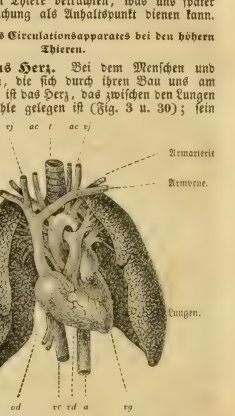


Fig. 30. Die Lungen, das Herz und die Hauptgefäße des Menschen. *

unteres Ende ist ein wenig schief und nach vornen gerichtet, und sein oberes, das allen mit ihm in Verbindung stehenden Gefäßen ihren Ursprung gibt, ist an die benachbarten Theile, beinahe auf der Mittellinie des Körpers, befestigt. In seinen übrigen Theilen ist das Herz völlig frei und in einen doppelten häutigen Sack, den Herzbeutel (pericardium) eingesenkt, dessen innere Fläche überall mit ihm in Berührung steht, vollkommen glatt und durch eine wässerige Flüssigkeit beständig angefeuchtet ist; diese Einrichtung erleichtert die Bewegungen dieses Organs. **

* a Arterien; v Venen; der Pfeile zeigen die Richtung der Circulationsströmung an.

* od, vd der rechte Vorhof und die rechte Herzkammer; — vg die linke Herzkammer; — a die Aorta; — ac die Carotis; — vc untere Hohlvene; — vj Halsvenen; — t die Luftröhre.

** Dieser häutige Sack ist, wie das schon erwähnte Bauchfell, eine der sogenannten serösen Häute; der Bau dieser Membrane verdient bemerkt zu werden: sie haben stets die Form eines Sackes, dessen innere außerordentlich glatte und von einer Flüssigkeitsschichte

Das Herz (Fig. 30) hat die Form eines Kegels oder einer unregelmäßigen und umgestürzten Pyramide; es hat beinahe die Größe einer Faust; seine Substanz ist fast ganz fleischern; es ist ein hohler Muskel, der sowohl bei den Vögeln als den Säugethieren vier unter sich geschiedene Höhlen oder Kammern einschließt. Eine große vertikale Scheidewand (Fig. 31) theilt es innerlich in zwei Hälften, deren jede sich wieder aufs Neue durch eine Querscheidewand zur Bildung zweier übereinander gelegener Höhlen — einer Herzkammer (ventriculus) und einer Vorkammer oder Vorhof (atrium) (Fig. 31 u. 34) theilt.

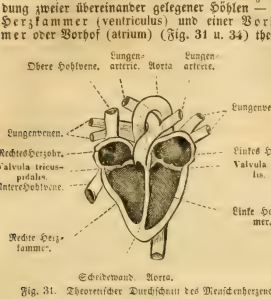


Fig. 31. Theoretischer Durchschnitt des Menschenherzens.

Die beiden Herzkammern nehmen den untern Theil des Herzens ein, und stehen unter sich in keiner Verbindung, aber eine jede von ihnen öffnet sich in derjenigen gelegenen Vorkammer mittelst einer großen Oeffnung.

Die Höhlen der linken Seite enthalten arterielles, die der rechten Seite venöses Blut. Man bemerkt, daß die Wände der Kammern bei weitem stärker sind, als die der Vorhöfe; der Nutzen dieser Einrichtung ist einleuchtend, denn die Vorkammern haben das Blut nur in die darunter liegenden Herzkammern zu stoßen, während diese letzteren es viel weiter hinaus, — sei es in die Lungen oder in die andern Theilen des Körpers, senden müssen. Auch besitzt die linke Herzkammer eine weit größere Stärke als die rechte; der Grund dieser Verschiedenheit ist uns gleichfalls erklärlich; denn die rechte Herzkammer sendet das Blut nur in die nahe am Herzen gelegenen Lungen, während die linke es bis in die entferntesten Theile des Körpers hinausstößt.

§. 93. **Die Blutaefäße.** Die Gefäße, in denen das Blut circulirt, communiciren alle mit dem Herzen durch die Vermittlung einer kleinen Anzahl dicker Stämme, und unterscheiden sich von einander, wie wir schon gesagt haben, als Arterien und Venen, je nachdem sie die Bestimmung haben, das Blut aus dem Herzen in einen andern Theil, oder umgekehrt, diese Flüssigkeit aus den verschiedenen Organen nach dem Herzen zu führen.

immerwährend brechete Fläche überall sich selbst berührt; die eine Hälfte dieses Sackes haftet mit seiner äußern Fläche an den Wänden der Höhle, welche die Eingeweide einschließt, die andere Hälfte umgibt diese Eingeweide selbst, und hängt sich mit seiner äußern Fläche daran. Um mich einer zwar gemeinen, aber die Sache vollkommen gut bezeichnenden Vergleichung zu bedienen, gleichen diese Häute einer baumwollenen Mütze (gewöhnlich Schlafmütze), welche die Eingeweide auf gleiche Weise umgeben würde, wie diese Mütze den Kopf, und deren äußere Hälfte an die Wände einer sowohl die Mütze als den Kopf einschließenden Höhle befestigt wäre. Diese Membrane suchen das Reiben dieser Theile unter sich zu vermindern und folglich ihre Bewegungen zu erleichtern; man findet auch die überall ähnliche Säcke, wo sich Organe befindig oder häufig aneinander reiben, wie z. B. an der Gelenken der Gliedertknochen, um die Lungen, die Gedärme ꝛc.

Die Arterien und Venen bestehen innen aus einer dünnen und glatten Haut, welche sich als die die Herzhöhle auskleidende Membrane fortsetzt und diele Aehnlichkeit mit den serösen Häuten hat. Bei den Arterien ist sie von einer mittlern, eine dicke Scheide bildenden, gelblichen und sehr elastischen Haut umgeben, welche aus kreisförmig angelegten Fasern von besonderer Beschaffenheit zusammengesetzt ist; das Ganze ist von einer dritten äußern oder zelligen, aus einem dichten Zellgewebe gebildeten Haut eingeschlossen. In den Venen findet man keine deutliche mittlere oder elastische Haut, und die innere Membrane ist nur von einer dünnen Schichte breiter und dehnbarer Längsfasern umgeben. Daraus geht eine sehr große Verschiedenheit hinsichtlich der Eigenschaften dieser beiden Gefäßarten hervor. Die Venen haben dünne und schlaffe Wände, welche zusammensinken, sobald sie nicht durch das Blut ausgespannt sind, und nach ihrer Zertheilung wieder leicht vernarben. Die Arterien hingegen haben weit dickere Wände und behalten ihren Rauminhalt selbst dann noch bei, wenn sie leer sind, wie dies immer nach dem Tode der Fall ist. Wenn diese letzteren Gefäße offen sind, so suchen sich die Ränder der Wunde wegen der Elastizität der Fasern ihrer mittlern Haut zurückzuschlagen und sich voneinander zu entfernen, und die Vernarbung geschieht niemals vollständig, wofern man nicht eine Obliteration der Arterie in ihrer getheilten Stelle hervorruft; um das aus einer Vene fließende Blut anzuhalten, genügt es, die Ränder der Wunde eine Zeitlang in innige Berührung miteinander zu bringen, während man in solchem Falle die Arterie entweder unterbinden oder vermittelst des Zusammendrückens obliteriren muß.

§. 94. **Das Arterien- oder Schlagadernsystem.** Die Gefäße, welche das arterielle Blut in alle Organe zu führen haben, entspringen aus der linken Herzkammer und bilden zuerst einen einzigen Stamm: die große Körperarterie oder die Aorta (Fig. 32). Diese große Arterie steigt zuerst zur Basis des Halses auf, krümmt sich dann nach unten, steigt senkrecht hinter dem Herzen vor dem Rückgrat bis zu dem untern Theile des Bauches hinab.

Von dieser Aorta gehen eine Menge Aeste aus, von welchen die hauptsächlichsten folgende sind: die beiden Kopfschlagadern (carotides), die an den Seiten des Halses aufsteigen und das Blut im Kopf herum vertheilen; die beiden Arterien der obern Extremitäten, welche nach und nach die Namen Schlüsselbeinarterie (art. subclavia), Achselarterie (art. axillaris) und Armarterie (art. brachialis) erhalten, je nachdem sie unter dem Schlüsselbein hindurchgeht, oder die Achselhöhle durchläuft, oder der Länge nach den Arm hinunterfleigt; die große Eingeweidearterie (art. coeliaca), welche sich in den Magen, die Leber und Milz begibt; die Gekrösarterien (art. mesentericae), welche sich in den Gedärmen verzweigen; die Nierenarterien (art. renales), die in die Nieren eintreten, und endlich die Hüftarterien (art. iliacae), mit welchen die Aorta gleichsam zu Ende geht, und welche das Blut in die unteren Extremitäten führt.

§. 95. **Das Venensystem.** Die Venen, die vermittelst der Capillargefäße mit den letzten Verzweigungen der Arterien communiciren, und das Blut aufnehmen, nachdem es zuvor alle Theile des Körpers durchströmt hat, verfolgen beinahe denselben Weg, wie die Arterien; sie sind aber dicker, zahlreicher und gewöhnlich näher an der Oberfläche des Körpers gelegen. Viele dieser Gefäße laufen unter der Haut hin, andere begleiten die Arterien und zuletzt vereinigen sie sich alle zur Bildung zweier großer Stämme, welche sich in dem rechten Vorhofe öffnen und obere Hohlvene (vena cava superior) und

untere Hohlvene (vena cava inferior) genannt werden (Fig. 29).

Die Venen des Darmkanals zeigen in ihrem Verlaufe einen bemerkenswerthen Umstand: der aus ihrer Vereinigung gebildete Stamm dringt in die Substanz der Leber ein und verzweigt sich darin so, daß das Blut dieser Organe nur dann zum Herzen zurückkehrt, nachdem es in einem besondern System von Capillargefäßen in Umlauf gekommen ist, die in der Leber enthalten sind und gewissen Gefäßen die Entstehung gibt, welche sich mit einander vereinigen, um in der untern Hohlader einzumünden. Dieser Theil des Venenapparates wird das Pfortadersystem genannt.

§. 96. **Der kleine Kreislauf.** Das Venenblut, das aus allen Theilen des Körpers herbeiströmt, dringt in den rechten Vorhof durch die Hohlvenen ein, und strömt aus dieser Höhle in die darunter gelegene Herzkammer, um sich alsdann in die Lungen zu begeben.

Das Gefäß, das die Bestimmung hat, das Venenblut aus dem Herzen in die Lungen zu führen, trägt den Namen Lungenarterie (arteria pulmonalis) (Fig. 30 u. 31); sie entspringt aus dem obern und linken Theil der rechten Herzkammer, steigt neben der Aorta aufwärts und theilt sich bald in zwei Aeste, welche sich von einander entfernen und in den Lungen verästeln; der Ast der rechten Seite läuft hinter der Aorta und der obern Hohlvene hin; der Ast der linken Seite vor und über der Krümmung der Aorta. Der erste theilt sich wiederum in drei Aeste, ehe er in die Substanz der Lungen eintritt; der andere theilt sich in zwei; beide verzweigen sich in den Wandungen der Lungenzellen.

§. 97. Die Lungenvenen (venae pulmonales) haben in der Substanz der Lunge in den letzten Capillarverzweigungen der gleichnamigen Arterien ihren Ursprung, und vereinigen sich zu Zweigen und Aesten, welche dieselbe Bahn verfolgen, wie diese Gefäße; endlich bilden sie vier Stämme, welche paarweise jeden Lungenflügel verlassen und sich in den linken Vorhof begeben, worein sie das durch die Berührung mit Luft in dem Innern des Respirationsapparates arteriell gewordene Blut strömen lassen. Dieser Vorhof communicirt mit der linken Herzkammer, aus welcher, wie bereits erwähnt, die große Körperarterie (aorta) entspringt.

Der Mechanismus der Circulation.

§. 98. **Die Bewegungen des Herzens.** Der Mechanismus, mit dessen Hülfe sich das Blut in allen diesen Gefäßen bewegt, ist leicht zu erkennen. Nach dem bereits Gesagten verengen und erweitern sich die Höhlen des Herzens wechselseitig und stoßen somit das Blut in die mit ihnen communicirenden Kanäle.

Die beiden Herzkammern ziehen sich gleichzeitig zusammen; während dann ihre Wände schlaff werden, ziehen sich auch die Vorhöfe zusammen. Diese Contraktionen haben den Namen Systole; * die entgegengesetzte Bewegung heißt Diastole. ** Sie wiederholen sich schnell; bei einem erwachsenen Menschen zählt man deren gewöhnlich 60 bis 75 in einer Minute; bei den Greisen scheint sich ihre Anzahl noch um etwas zu vermehren; und bei sehr kleinen Kindern erhöht sie sich gewöhnlich zu ungefähr 120. Uebrigens haben auf die Schnelligkeit und Stärke der Herzschläge eine Menge Umstände Einfluß; sie werden durch körperliche Bewegungen, durch die der Seele und in vielen Krankheiten beschleunigt; bei Schwäche und Ohnmacht werden sie bedeutend vermindert, oder selbst eine Zeitlang unterbrochen.

Fig. 32. Das Pulsader- oder Arteriensystem des Menschen.

§. 99. **Durchgang des Blutes durch die Herzhöhlen.** Der linke Vorhof, welcher das aus den Lungen kommende Blut aufnimmt, communicirt bekanntlich einerseits mit den Lungenvenen, andererseits mit der linken Herzkammer; wenn er sich zusammenzieht, so stößt er den größten Theil des Blutes, das sich in ihm fand, aus seiner Höhle; nun ist es evident, daß diese Flüssigkeit auf diesen beiden Wegen auszuströmen sucht; dieses findet auch wirklich Statt. Da sich aber die Herzkammer zu gleicher Zeit ausdehnt, so dringt fast alles Blut in dieselbe ein, wovon sehr wenig in die Lungenvenen zurückkehrt.

* Συστολή, von συστέλλω, zusammenziehen.

** Von διαστέλλω, erweitern.

Fig. 33. Ein Herzschnitt. †

Fig. 34. Herzschnitt. **

Bald nachher zieht sich die linke Herzkammer zusammen und stößt das enthaltene Blut aus; um den Rand der Oeffnung herum, welche die Herzkammer mit dem darüber gelegenen Vorhof in Communication setzt, befindet sich eine große häutige Falte (Fig. 33 u. 34), welche einsinkt, sobald sie einen Stoß von oben nach unten erhält, und sich wieder erhebt, wenn der Stoß in der entgegengesetzten Richtung geschieht; * sie hat nun zur Folge, daß das Blut während der Contraktion der Herzkammer nicht wieder in den Vorhof zurückströmen kann, und daß es in die Aorta getrieben wird. Diese Contraktionen folgen rasch auf einander, jeden Augenblick bringt eine neue Portion Blut in dieses Gefäß ein, daher muß sich die darin enthaltene Flüssigkeit in demselben bewegen und vom Herzen bis ans äußerste Ende des Arteriensystems fließen, denn auch am Eingange der Aorta befinden sich Klappen, *** die den Rückfluß des Blutes zum Herzen verhindern können.

§. 100. **Der Blutlauf in den Arterien.** Zufolge der Natur der Bewegungen, von denen wir vorhin sprachen, könnte man glauben, daß sich das Blut in den Arterien nur durch den Stoß fortbewege, sobald sich die linke Herzkammer zusammenzieht, und daß es während der Ausdehnung dieser Höhle in Ruhe bleiben müsse. Die Sache verhält sich jedoch ganz anders: wenn man bei einem lebenden Thiere eines dieser Gefäße öffnet, so sieht man das Blut ausströmen, und einen ununterbrochenen Strahl bilden, der im Moment der Contraktion des Herzens zwar stärker, aber bei der entgegengesetzten Bewegung nicht unterbrochen wird. Dies hängt von der Einwirkung der Arterienwände auf den Blutlauf ab. Diese Wände sind sehr elastisch; wenn eine Blutwelle durch die Contraktion der Herzkammer in die Aorta gestoßen wird, so geben sie dem Drucke, wie eine Feder, nach, suchen aber nachher wieder in ihre vorige Lage zurückzukommen und stoßen das sie ausdehnende Blut fort.

Um den Einfluß der Arterienwandungen auf den Blutlauf nachzuweisen, braucht man nur bei einem lebenden Thiere eine dicke Arterie bloszulegen, und einen Theil derselben zwischen zwei festen Ligaturen aufzufassen und dann zwischen den so gebundenen Stellen eine kleine Oeffnung zu machen. Das sich darin befindliche Blut ist nun dem Einfluß der Herzbewegungen völlig entzogen, und dennoch entfließt es der Arterie, indem es dabei sehr hoch springt; das Gefäß entleert sich alsdann durch das bloße Zusammenziehen der Wände. Der über dem Verband gelegene Theil der Arterie nimmt gleichfalls an Inhalt ab und läßt den größten Theil des Blutes, das sich in ihm befand, in die Venen fließen.

Die durch die Contraktionen des Herzes dem Blute eingepflanzte unterbrochene Bewegung findet sich also durch die Elastizität der Arterien in eine stätig fortlaufende umgewandelt. In den dicken Arterien kann man die durch die Contraktionen veranlaßten Stöße noch fühlen; aber in den Capillargefäßen und selbst in den kleinen Zweigen der Arterien nimmt man sie faſt gar nicht mehr wahr, und das Blut strömt darin beinahe nur noch in Folge des durch die elastischen Wände der Arterien ausgeübten Druckes.

§. 101. Man sieht also, daß die Contraktionen des Herzens dazu dienen, die dicken Arterien beständig anzufüllen, und gleichsam die durch die Wandungen dieser Gefäße vorgestellte und zu einem fortlaufenden Vorwärtsstoßen dieser Flüssigkeit bis in die Venen bestimmte elastische Feder anzuspannen. Die linken Herzhöhlen üben also die Funktion einer doppelten Druckpumpe aus (Fig. 35), die so eingerichtet ist, daß

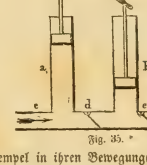


Fig. 35. *

die Stempel in ihren Bewegungen mit einander abwechseln und die aus dem einen Pumpenstiefel gestoßene Flüssigkeit in den andern geleitet wird, ohne zurückfließen zu können, und die durch diese zweite Pumpe in eine das Arteriensystem vorstellende Ableitungsröhre getrieben wird.

§. 102. Das unter dem Namen Pulsschlag bekannte Phänomen ist nichts anderes, als jene Bewegung, die durch den Druck des Blutes auf die Wände der Arterien bei jeder Contraktion des Herzens hervorgebracht wird. Aus der Schnelligkeit und der Stärke dieser Bewegungen läßt sich die Art und Weise beurtheilen, wie dieses Organ schlägt und daraus nützliche Folgerungen für die Heilkunde ziehen. Die Puls-

† Diese Figur, einen Herzschnitt darstellend, soll den Bau der Klappen zeigen, welche die Vorhöfe von den Herzkammern scheiden: a ist ein offener und ausgedehnter Vorhof; b die Höhle der Herzkammer, deren Wände mit einer großen Zahl fleischiger und unregelmäßig geordneter Säulchen auf solche Weise besetzt sind, daß dadurch Zellen gebildet werden; c eine Klappe, deren äußerer Rand an den Rand des ostium venosum, d d, der Oeffnung zwischen der Herzkammer und dem Vorhofe befestigt ist, während der freie Rand dieser kleinen Sehnen, die von den, mit ihrem untern Ende an die Wände der Herzkammer befestigten fleischigen Säulen herkommen, einen Anbestpunkt gibt.

* Diese Art Klappe hat den Namen müzenförmige Klappe (valvula mitralis) erhalten, weil ihr freier Rand in zwei Lappen getheilt ist. Der Mechanismus, mit dessen Hülfe diese Klappe das ostium venosum schließt, ist sehr einfach; kleine dehnbare Sehnen, welche aus den vorhin erwähnten Fleischsäulen entspringen, heften sich an ihren freien Rand an und verändern sie, sich in den Vorhof zurückzuschlagen, während sie ihrem Zusammenschlaffen kein Hinderniß entgegensetzen (siehe Fig. 34).

** Theoretische Figur des Innern des Herzes, um den Mechanismus des Klappenspiels zu zeigen: a der die Venen (ee) aufnehmende Vorhof; b die von dem Vorhofe durch die Klappe (c) getrennte Herzkammer; d Sehnen dieser Klappen; f eine aus der Herzkammer entspringende Arterie; g Klappen, die am Eingange dieses Gefäßes liegen.

*** Diese Klappen (siehe Fig. 34, g), drei an der Zahl, entstehen, wenn die innere Haut der Aorta umschlägt, und werden wegen ihrer Form halbmondförmige Klappen genannt; sie zeigen eine den Wesenklappen, von welchen später die Rede sein wird, analoge Structur. Wenn das Blut aus dem Herzen in die Aorta getrieben wird, so erheben sie sich und drücken sich an die Wandungen derselben; wenn aber das Blut wieder in die Herzkammer in dem Momente zurückzutreten sucht, wo diese aufhört, sich zusammenzuziehen, so spannt sie das Gewicht der Flüssigkeit wieder aus und macht sie sanft sinken; sie gleichen ziemlich den kleinen Körben, in welchen man die Tauben brüten läßt, und da sie sich mit ihrem freien Rande berühren, so schließen sie die Arterie

* a Pumpenstiefel, der einen Vorhof vorstellen soll und die Flüssigkeit durch den Kanal (c) erhält; — b Pumpenstiefel, eine Herzkammer vorstellend; — d eine Communicationsröhre, unter der man sich das ostium venosum denke, das mit einer Klappe versehen ist, dessen Spiel der Flüssigkeit den Durchgang von a in b erlaubt, sich aber dessen Rückkehr entgegensetzt; — e eine an der entgegengesetzten Oeffnung der Pumpe b gelegene, die sigmaförmigen Klappen der Aorta vorstellende, und eben so wie die vorige funktionirende Klappe; — f ein Kanal, der die Aorta vorstellt.

schläge lassen sich aber nicht überall fühlen; um sie zu bemerken, muß man eine Arterie von einem gewissen Volumen zwischen dem Finger und einem Widerstand, z. B. einem Knochen leicht drücken, und auch eine nahe an der Haut gelegene Arterie, z. B. die Speichenarterie (art. radialis), wählen.

§. 103. Obwohl es ein und dasselbe bewegende Agenz ist, welches das Blut in alle Theile des arteriellen Systems strömen läßt, so beobachtet man dennoch, daß diese Flüssigkeit nicht in alle Organe mit derselben Geschwindigkeit ankommt. Die Entfernung vom Herzen ist eine der Ursachen dieser Differenzen. Diese Gefäße laufen bald in beinahe gerader Linie hin, bald bilden sie mehr oder weniger zahlreiche Krümmungen; so oft nun die durch die Contraktionen des Herzens in Bewegung gesetzte Blutsäule, auf eine dieser Krümmungen stößt, sucht sie dem Gefäße eine gerade Richtung zu geben, und verliert somit einen Theil ihrer bewegenden Kraft, was zur Folge hat, daß die Geschwindigkeit ihres Laufes verzögert wird.

Die Gesetze der Physik lehren uns, daß, bei übrigens gleichen Umständen, die Schnelligkeit, womit eine Flüssigkeit in einem System, das kein Capillargefäßsystem ist, stets abnimmt, wenn die Capacität der Kanäle zunimmt, gerade so wie der Lauf eines Flusses langsamer wird, wenn sich sein Bett erweitert. Die Beobachtung lehrt uns nun, daß die Totalcapacität der verschiedenen Zweige eines Arterienastes oder der verschiedenen Aeste eines Stammes zusammen immer beträchtlicher ist, als die Capacität der Gefäße, aus denen sie entstanden sind. Daraus geht hervor, daß jemehr sich eine Arterie vor ihrem Eintritt in die Substanz eines Organs verzweigt, mit desto größerer Langsamkeit in diesem Organe ankommen muß; in dieser Beziehung beobachtet man in der thierischen Oekonomie sehr große Unterschiede: bald treten diese Gefäße erst nach einer mehrmaligen Verzweigung in die Organe ein, bald geht der Arterienstamm selbst in das Innere desjenigen Theiles, wo er sich verzweigen soll.

Diese Einrichtung, durch welche die Heftigkeit des Blutlaufes in gewissen Punkten des Circulationsapparates gemäßigt wird, spricht sich namentlich in solchen Arterien aus, die diese Flüssigkeit in Organe mit einer zarten Struktur und den wichtigsten Funktionen, z. B. dem Hirne, zuführen müssen.

Uebrigens begnügt sich die Natur in ihrer weisen Vorsehung noch nicht mit diesen Vorsichtsmaßregeln, um sicher zu sein, daß eine hinreichende Blutmenge in jeden Körpertheil komme. Man begreift ohne Schwierigkeit, daß der Druck und andere Zufälle eine Arterie in irgend einem Punkte verstopfen kann, und daß, wenn das Blut nicht zu dem Organe gelangen könnte, wo dieses Gefäß sich verzweigt, das Absterben dieses Theils eine unvermeidliche Folge davon wäre; dies findet jedoch nicht Statt, denn die meisten Arterien stehen unter sich in häufigen Communicationen durch die sogenannten Anastomosen, wodurch diese Gefäße von einer benachbarten Arterie selbst dann noch Blut erhalten können, wenn sie in keiner unmittelbaren Verbindung mehr mit dem Herzen stehen.

§. 104. **Der Lauf des Venenblutes.** Es ist bereits gesagt worden, daß das Blut von den Arterien zu den Venen durch die Vermittelung der Capillargefäße übergehe; der Zmpuls, welcher die Circulation dieser Flüssigkeit in den Arterien hervorbringt, ist auch noch die Ursache der Bewegung in den Venen; also auf der ganzen Bahn des großen Kreislaufes sind es die Contraktionen der linken Herzkammer und das Zusammenziehen der Arterienwände, welche den Lauf des Blutes wesentlich bestimmen. — In der That, wenn man den Lauf des Blutes in einer Arterie unterbricht, und die entsprechende Vene öffnet, so wird diese Flüssigkeit fortfahren, aus diesem Gefäße zu fließen, so lange die Arterie durch ihr Zusammenziehen noch nicht alles Blut, welches das Gefäß ausspannte, ausgestoßen haben wird: doch bald nachher wird der Blutfluß aufhören, wenn gleich die Vene noch mit Blut angefüllt sein mag, und das Ausströmen dieser Flüssigkeit wird wieder beginnen, sobald die Circulation in der Arterie wieder hergestellt sein wird.

Indessen gibt es auch noch andere Umstände, welche diese Bewegung zu begünstigen suchen und die einer Erwähnung verdienen. In den Venen der Gliedmaßen und der verschiedenen andern Theilen des Körpers (Fig. 36, *a*) bildet die diese Gefäße von innen auskleidende Membrane eine große Anzahl Falten oder Klappen (*b*), die dem Blute einen freien Durchgang gestatten, wenn sie von demselben in der Richtung gegen das Herz gestoßen werden, hingegen denselben verschließen, wenn diese Flüssigkeit von dem Herzen in den Körper zurückfließen will. Diese Einrichtung verhindert folglich das Blut, von dem Herzen in die Capillargefäße zurückzufließen, und trägt dazu bei, daß der Blutlauf zum Herzen sich leichter bewerkstelligt; denn so oft sich die Vene durch die Bewegungen der benachbarten Theile zusammengedrückt findet, wird das Blut vorwärts gestoßen; und wenn der Druck aufhört, so kann es nicht mehr zurückkehren, sondern wird durch eine neue Portion, die von dem untern Theile der Vene kommt, ersetzt. Jeder wechselnde Druck dieser Gefäße trägt also zur Rückkehr des Blutes zum Herzen bei.

Fig. 36. Eine geöffnete Vene.

§. 105. Die Ausdehnung der Brust durch die Bewegungen der Respiration macht es ebenfalls dem Venenblute leicht, in die Herzhöhlen zu gelangen, indem die Brusthöhle diese Flüssigkeit gleich einer Pumpe einsaugt. *

Das Blut fließt jedoch weit weniger schnell in den Venen als in den Arterien, und die Natur hat die Mittel vervielfältigt, welche verhindern können, daß die Verstopfung eines dieser Gefäße die Rückkehr dieser Flüssigkeit in das Herz aufhalten. Es bestehen auch in der That gewöhnlich mehrere Venen, die zu gleichen Funktionen bestimmt sind und unter sich durch zahlreiche Anastomosen in Verbindung stehen.

§. 106. Der Durchgang des Blutes durch die Höhlen der rechten Seite des Herzens geschieht auf die nämliche Art, wie aus dem linken Vorhofe in die darunter liegende Herzkammer.

Wenn der Vorhof der rechten Seite erschlafft, so ergießt sich das Blut aus den beiden Hohlvenen in dasselbe; und wenn sich diese Höhle dann wieder zusammenzieht, so geht der größte Theil dieser Flüssigkeit in die Herzkammer über; denn an dem Rande der Oeffnung dieser Gefäße befindet sich eine Klappe mit der Bestimmung, den Rückfluß des Blutes in die untere Hohlvene zu verhindern, und vermöge ihres Gewichts muß diese Flüssigkeit nothwendig eher

* Die Bewegungen des Ausathmens (Expiration) sistpendiren auf einen Augenblick den Lauf des Blutes in den großen Venen, und beschleunigen ihn in den Arterien, die vom Herzen ausgehen und sich alsdann zusammengedrückt finden.

Diesen beiden Erscheinungen muß man das Aufschwellen der Venen (besonders im Kopfe und im Halse), welche während einer starken Expiration stattfindet, zuschreiben. Im Innern des Hirnschädels ist diese Aufschwellung so bedeutend, daß bei jeder Respirationsbewegung die unter der Basis des Gehirnes liegenden Gefäße dieses Eingeweide in die Höhe heben und eine Art Pulsation erzeugen.

in die Herzkammer zu fallen streben, als in die obere Hohlvene zurückströmen.

Die Oeffnung, durch welche die Herzkammer mit dem Vorhofe (Fig. 34) in Verbindung steht, ist, wie die linke Herzkammer, mit einer Klappe * versehen; durch ihre Contraktionen stößt jene Höhle das Blut in die Lungenarterie, wodurch die Klappen gehoben werden, welche den Eingang dieses Gefäßes umgeben (Fig. 34, g) und die in ihm enthaltene Flüssigkeit verhindern, in das Herz zurückzutreten.

Endlich geht das Blut, nachdem es das Capillarsystem in den Lungen durchströmt hat, aus den Lungenarterien in die gleichnamigen Venen über, und tritt zum linken Vorhof auf dieselbe Weise ein, als ob es sich in den Kanälen des großen Kreislaufes bewege.

Der Blutlauf bei den verschiedenen Thieren.

§. 107. **Säugethiere** und **Vögel.** Die Circulation des Blutes ist bei dem Menschen, bei allen übrigen Säugethieren und den Vögeln immer die gleiche. Bei allen diesen Thieren Fig. 37) setzt sich das Herz aus zwei von einander völlig unterschiedenen Hälften zusammen, wovon jede in zwei Höhlen getheilt ist: in den Vorhof und die Herzkammer. Das Arterienblut füllt die linken Herzhöhlen aus und geht von der Herzkammer in die Aorta und ihre Verzweigungen; dieses Arteriensystem führt es in alle Theile des Körpers, wo es das Capillargefäßsystem durchströmt und sich in Venenblut umwandelt. Die Venen des großen Kreislaufes empfangen alsdann diese Flüssigkeit und leiten sie in den rechten Vorhof des Herzens. Diese Höhle giebt nun das Blut in die rechte Herzkammer, welche es in die Lungenarterie stößt. Auf diese Weise gelangt das Venenblut zu den Lungen, und indem es das Capillarsystem, in welchem sich die Lungenarterien endigen, durchströmt, kommt es mit der Luft in Berührung und wird wieder arterielles Blut. Endlich geht dieses gleichsam wieder belebte Blut in die Lungenvenen, welche es in den linken Vorhof des Herzens gießen; diese Höhle stößt es alsdann in die linke Herzkammer, aus welcher es von Neuem abströmt, um den obengenannten Lauf von Neuem zu beginnen.

Man sieht nun, daß bei den Säugethieren und den Vögeln das Blut bei seiner Circulation zweimal durch das Herz und durch zwei Capillargefäßsysteme strömt, wovon das eine zur Ernährung, das andere

* Man nennt sie dreizackige Klappe (valvula tricuspidalis), weil sie aus drei triangulären Theilen besteht; ihre Einrichtung ist der der mützenförmigen Klappe (valvula mitralis) ähnlich. (Siehe §. 99, Anm.).

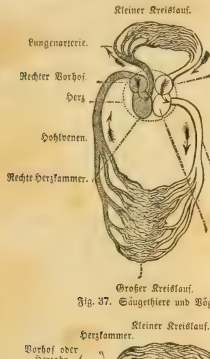


Fig. 37. Säugethiere und Vögel.

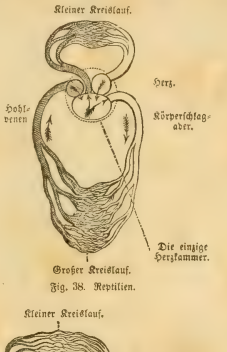


Fig. 38. Reptilien.

Fig. 39. Fische.

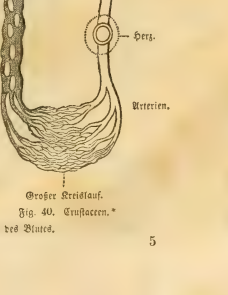


Fig. 40. Crustaceen.*

Theoretische Figuren des Kreislaufs des Blutes.

zur Respiration dient; bei diesen Thieren wird die Circulation **doppelter Kreislauf** genannt. Auch ist zu bemerken, daß in diesen beiden Thierklassen die Circulation vollständig ist, d. h. daß die ganze Masse des Venenblutes in den Respirationsapparat geführt und in arterielles Blut umgewandelt wird, ehe es zu den Organen zurückkehrt, zu deren Ernährung es bestimmt ist.

Da vor der Geburt die Luft noch nicht die Lungen ausgedehnt hat, so ist auch die Respiration eine andere, als nach der Geburt. In dieser Periode stehen die beiden Herzkammern durch eine Oeffnung mit einander in Verbindung, und ein oder mehrere Gefäße begeben sich unmittelbar von der rechten Herzkammer zur Aorta, wodurch das von den verschiedenen Körpertheilen kommende Blut in diese große Arterie gelangen kann, ohne das Lungensystem zu durchströmen. Wenn aber das junge Thier zu athmen anfängt, verschließen sich diese Communicationen, und das Blut circulirt auf die obengenannte Weise.

§. 108. **Reptilien.** In der Reptilienklasse ist die Circulation nicht so vollständig, wie bei den Säugethieren und Vögeln; ein mehr oder weniger beträchtlicher Theil des Venenblutes mischt sich vor seinem Eintritt in die Lungen mit dem Arterienblute, daher wird diese ernährende Flüssigkeit nur unvollständig wieder belebt. Gewöhnlich geschieht diese Mischung im Herzen, das nur mit drei Höhlen versehen ist, nämlich mit zwei Vorhöfen und einer einzigen Herzkammer (Fig. 38); das von den verschiedenen Theilen des Körpers kommende Venenblut ergießt sich aus dem rechten Vorhofe in die gemeinschaftliche Herzkammer, welche auch das von den Lungen kommende und in dem linken Vorhofe enthaltene Arterienblut aufnimmt. Ein Theil dieses Blutgemisches kehrt alsdann zu den Lungen zurück, während der Rest nach den verschiedenen Organen des Körpers geht. Diese Einrichtung des Circulationsapparates erinnert uns ein wenig an den bei den Säugethieren und Vögeln vor der Geburt bestehenden, wo die beiden Hälften des Herzes unter sich in Verbindung stehen. Was den Verlauf der Blutgefäße betrifft, so ist er nur wenig von dem bei den Säugethieren beobachteten verschieden. Man bemerkt oft, daß aus dem Herzen zwei Arterien treten, welche, nachdem jede eine große Krümmung, die eine nach rechts, die andere nach links, gemacht hat, sich zur Bildung eines einzigen Stammes (siehe Fig. 41) vereinigen.

Bei einigen Reptilien, z. B. dem Krokodil, ändert sich die Circulation ein wenig ab, wie wir bei der speziellen Abhandlung dieser Thiere sehen werden.

§. 109. **Fische.** Bei den Fischen vereinfacht sich der Circulationsapparat noch mehr. Das Herz zeigt nur zwei Höhlen: eine Herzkammer und einen Vorhof, und erhält nur Venenblut (Fig. 39); hinsichtlich seiner Funktionen entspricht es also nur der rechten Hälfte des Herzes der höhern Thiere. Das aus dem Herzen strömende Blut begibt sich zum Respirationsapparat, und nachdem es dem belebenden Einfluß der Luft unterworfen gewesen, geht es unmittelbar in die Arterien, welche dasselbe in alle Theile des Körpers zu führen haben; endlich, nachdem es zur Ernährung der Organe gedient hat, kommt es in den Venen zum Vorhofe des Herzens zurück, aus welchem es wieder ausströmt, um von Neuem zum Respirationsapparat (siehe Fig. 42) zurückzukehren.

Man sieht also, daß das Blut der Fische, indem es seinen Umlauf macht, das Herz nur ein einziges Mal, und zwar als Venenblut durchläuft. Doch ist die Circulation immer noch doppelt und vollständig, denn diese Flüssigkeit durchströmt zwei Capillarsysteme, und alles Venenblut bildet sich, ehe es zu den Organen zurückkehrt, in Arterienblut um (siehe Fig. 39).

§. 110. **Mollusken.** Bei den meisten Mollusken ist die Circulation beinahe wie bei den Fischen, mit dem Unterschiede jedoch, daß sie ein Aortaherz, anstatt eines Lungenherzens haben, d. h. ihr Herz befindet sich bloß auf der Bahn, die das Blut verfolgt, wenn es von dem Respirationsapparate in die verschiedenen Theile des Körpers strömt, also zwischen den Lungenvenen und der großen Aorta. Das Herz dieser Thiere setzt sich gewöhnlich aus einer Herzkammer (Fig. 43, a), woraus die Arterien (b) entspringen, und aus einem oder zwei Vorhöfen (c) zusammen, die mit den Gefäßen (d) in Verbindung stehen, welche das Arterienblut aus dem Respirationsapparate (e), wohin das Blut

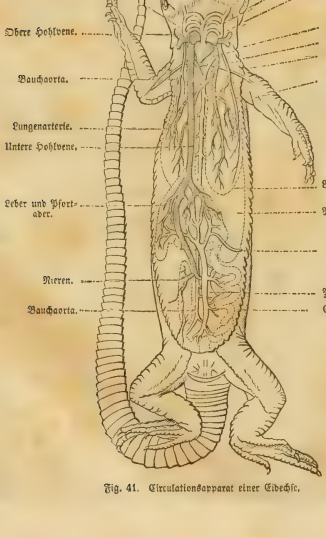


Fig. 41. Circulationsapparat einer Eidechse.

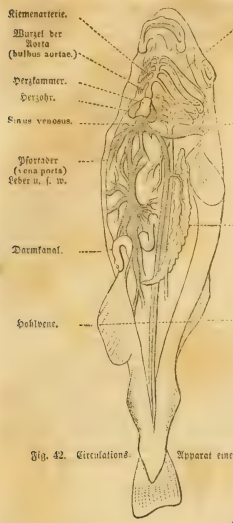


Fig. 42. Circulations-Apparat eines Fisches.

unmittelbar durch die Venen (f) gelangt, zu ihnen führen; in diesem Falle befinden sich die Schnecken, die Austern und alle andere Mollusken aus der Klasse der Gasteropoden und der Klasse der Acephalen; manchmal jedoch bestehen Vorhöfe, und findet man eine Art Venenherz, das vollkommen von dem Aortaventrikel verschieden und an der Basis der Respirationsorgane gelegen ist; dies ist bei dem Meerpolyp, der Sepia und den übrigen Cephalopoden der Fall. Wie dem auch sei, bei allen diesen Thieren durchläuft das arterielle Blut das Herz, begibt sich dann in alle Theile des Körpers, geht zum Respirationsapparate und kehrt, nachdem es unter dem Einfluß der Luft gestanden, von Neuem zum Herzen zurück, um den nämlichen Weg * wieder zu machen.

§. 111. **Crustaceen.** Bei den Krebsen, den Krabben und andern Crustaceen, verfolgt das Blut denselben Weg wie bei den Mollusken; nur mit dem Unterschied, daß das Herz, welches die Bestimmung hat, dasselbe in allen Theilen des Körpers zu verbreiten, nur aus einer Herzkammer (Fig. 40) gebildet ist, und daß die Venen durch eine der unregelmäßigen Höhlen ersetzt sind, die nicht die gewöhnliche Form der Gefäße annehmen, und die in den verschiedenen Theilen des Körpers eine Art Behälter, Sinus genannt, bilden (siehe Fig. 44).

§. 112. **Würmer** Die Würmer aus der Klasse der Anneliden haben zwar auch eine Circulation und einen deutlich ausgesprochenen Gefäßapparat, aber es besteht gewöhnlich kein eigentliches Herz, und die ernährende Flüssigkeit wird nur durch die Contraktionen

* Bei den Mollusken ist die Circulation also ebenso wie bei den Crustaceen (siehe Fig. 40), wenn anders keine Venen bestehen, die denen der höhern Thieren ähnlich sind.

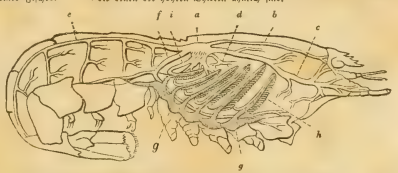


Fig. 44. Circulationsapparat des Hummers (Astacus marinus). *

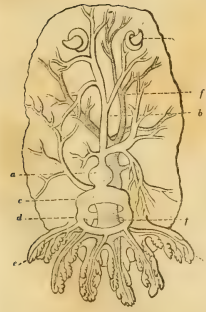


Fig. 43. Der Circulationsapparat eines Mollusken (Doris, Cuv.).

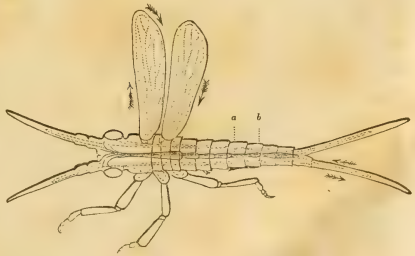


Fig. 45. Die Circulation bei den Insekten. **

* a das Herz; b die Augenarterie; c die Antennenarterie; d die Leberarterie; e obere Bauchaorte; f Brustarterie; gg Sinus, welcher das von dem Körper kommende Blut aufnimmt und zu dem Respirationsapparate (den Kiemen h) schickt, von dem es zum Herzen in den zwischen diesem Organe und den Kiemen gelegenen Gefäßen i zurückkehrt.

** Die Pfeile zeigen die Richtung der Strömungen an. a Rückengefäß, worin das Blut eine Richtung von hinten nach vornen nimmt; b die hauptsächlichsten Seitenströmungen.

der Hauptgefäße in Bewegung gesetzt. Auch ist hier der Blutlauf weit weniger regelmäßig als bei den schon erwähnten Thieren, und öfters ist die Richtung der Strömung nicht constant.

§. 113. **Insekten.** Bei den Insekten ist das Blut nicht mehr in einem besonderen Gefäßsystem eingeschlossen; weder Arterien noch Venen sind vorhanden, und die ernährende Flüssigkeit ist in allen, zwischen den verschiedenen Organen bestehenden Zwischenräumen verbreitet; indessen wird sie noch von einer circulären Bewegung belebt, und das Hauptagenz dieser unvollständigen Circulation ist ein in der Mittellinie des Körpers, über dem Speisekanal (Fig. 45) gelegenes Rückengefäß.

§. 114. **Zoophyten.** Eine Art noch unvollkommenerer Respiration existirt endlich auch noch bei den verschiedenen Zoophyten, z. B. bei den Polypen, wo sich die in der großen Höhle des Körpers verbreitete ernährende Flüssigkeit mit einer ziemlich großen Schnelligkeit bewegt, ohne daß man die Ursache dieser Bewegung entdecken kann.

§. 115. Dies sind nun die Hauptmodifikationen, welche man an der Circulation der ernährenden Flüssigkeit bei den verschiedenen Thieren bemerken kann. Wir wollen jetzt die Erscheinungen betrachten, die während der Circulation vor sich gehen.

Von der Athmung (respiratio).

§. 116. Wir haben gesehen, daß das Arterienblut durch seine Thätigkeit in den lebenden Geweben die Eigenschaften verliert, die es zum Lebensunterhalt geeignet machten, und daß es nach dieser Umänderung durch die Berührung mit Luft seine ursprünglichen Eigenschaften wieder gewinnt: diese Berührung ist folglich zur Existenz der lebenden Wesen nothwendig. Und in der That, wenn man irgend ein Thier unter die Glocke einer pneumatischen Maschine bringt, und sie luftleer macht, oder wenn man dasselbe durch jedes andere Mittel der Luft beraubt, so tritt in den verschiedenen Funktionen eine sehr große Störung ein; in kurzer Zeit hören die Organe in ihrer Thätigkeit auf, und das Leben äußert sich nicht mehr, das Thier sinkt scheintodt nieder, und endlich verlischt in ihm das Leben vollständig.

Diese Erscheinung ist eine der allgemeinsten in der organischen Natur. Der Einfluß der Luft ist allen Thieren eben so unumgänglich nothwendig, als sie es allen Vegetabilien ist; und wenn ein lebendes Wesen eine Zeitlang desselben beraubt ist, so stirbt es unfehlbar. Ueberall, wo sich Leben zeigt, scheint auch die Luft nothwendig zu sein. Beim ersten Anblick könnte man glauben, daß die stets in der Tiefe des Wassers lebenden Thiere, z. B. die Fische, dem Einfluß der Luft entzogen wären und also eine Ausnahme von dem eben ausgesprochenen Gesetze machten; die Sache verhält sich aber anders, denn die Flüssigkeit, von welcher sie umgeben sind, absorbirt und hält eine gewisse Menge Luft, die sie leicht einathmen können, und die zur Erhaltung ihres Lebens hinreicht, in sich aufgelöst; es ist ihnen unmöglich, im luftleeren Wasser zu leben, und man sieht sie eben so in Asphyxie fallen und sterben, als wie Säugethiere und Vögel, die man der gewöhnlichen atmosphärischen Luft entzieht.

Die Beziehungen der Luft auf die organischen Geschöpfe bilden einen der wichtigsten Theile ihrer physiologischen Geschichte, und die ganze Reihe der daraus hervorgehenden Erscheinungen constituirt die **Athmung oder Respiration.**

§. 117. Die Luft, sagen wir, ist für das Leben aller Thiere nothwendig; allein dieses Fluidum ist kein homogener Körper; die Chemie hat gefunden, daß sie aus sehr verschiedenen Prinzipien zusammengesetzt ist, welche in der Respiration nicht die gleiche Rolle spielen können. Außer den Wasserdünsten, womit die Atmosphäre mehr oder weniger beladen ist, liefert die Luft, wenn man sie analysirt, in 100 Theilen ihrer Substanz 21 Theile Sauerstoff, 79 Stickstoff und Spuren von kohlensaurem Gas. Die erste Frage, welche sich unserem Geiste darbietet, wenn wir das Studium der Respiration beginnen, ist also, zu wissen, ob die verschiedenen Gase auf eine und dieselben Weise auf die Thiere einwirken, oder ob wohl nur einem von ihnen ganz speziell die Eigenschaft, das Leben zu unterhalten, zugeschrieben werden könne.

Um diese Frage zu lösen, reichen wenige Versuche hin. Wenn man ein lebendes Thier in ein mit Luft gefülltes Gefäß bringt, und man jede Verbindung dieser Flüssigkeit mit der äußern Atmosphäre abschneidet, so sieht man nach einiger Zeit das Thier in Asphyxie fallen und sterben; die eingeschlossene Luft hat demnach die Eigenschaft verloren, das Leben zu unterhalten, und wenn man sie alsdann chemisch analysirt, so findet man, daß sie den größten Theil ihres Sauerstoffs verloren hat. Bringt man ein anderes Thier in ein mit Stickgas gefülltes Gefäß, so sieht man es schnell dahin sterben; schließt man hingegen ein drittes Thier in Sauerstoff ein, so athmet es darin mit einer größern Leichtigkeit als in der atmosphärischen Luft und zeigt keine Symptome von Asphyxie. Es ist also evident, daß die belebenden Eigenschaften der atmosphärischen Luft nur der Gegenwart von Sauerstoff zugeschrieben werden kann.

Die Entdeckung dieser wichtigen Thatsache datirt sich erst vom Jahre 1771 an, und man verdankt sie einem der berühmtesten französischen Chemiker, nämlich Lavoisier, der ungeachtet seiner vielen Ansprüche auf öffentliche Erkenntlichkeit, als ein Opfer der Revolution zu frühe starb.

§. 118. Also durch den Respirationsakt entreißen alle Thiere der sie umgebenden Luft eine gewisse Menge Sauerstoff; doch werden die Veränderungen, welche dadurch in der Zusammensetzung dieses Fluidums eintreten, hiermit noch nicht begränzt; der verschwundene Sauerstoff wird durch ein neues Gas, die Kohlensäure, ersetzt, welche, weit entfernt, wie der Sauerstoff zur Unterhaltung des Lebens geeignet zu sein, die Thiere unfehlbar tödtet, sobald sie es in etwas beträchtlichen Mengen einathmen. Die Bildung dieser Substanz ist unter den Thieren ein nicht weniger allgemeiner Akt, als die Absorption des Sauerstoffs; in diesen beiden Phänomenen besteht wesentlich der Respirationsprozeß.

§. 119. Was den Stickstoff der eingeathmeten Luft betrifft, so kann man sagen, daß sich sein Volumen kaum verändert; die Hauptanwendung dieses Gases scheint darin zu bestehen, daß es die Wirkung des Sauerstoffs schwächt, welcher im Zustande der Reinheit die Thiere allzu sehr aufregt und bei ihnen eine Art Fieber erzeugt.

Man hat jedoch bemerkt, daß in einzelnen Fällen ein Theil des Stickstoffes der Luft während der Respiration verschwindet, und daß ein anderes Mal sein Volumen zunimmt. Es scheint sogar, daß ihn die Thiere beständig absorbiren und ausbauchen, wie sie die in dem Herzbeutel und dem Bauchfelle ꝛc. eingeschlossenen Flüssigkeiten ausdünsten und absorbiren, und daß die Veränderungen, die wir schon bezeichnet haben, davon abhängen, daß sich diese beiden entgegengesetzten Funktionen auf diese Weise das Gleichgewicht halten, daß ihr Resultat nicht scheinbar, sondern die Absorption des Stickgases manchmal thätiger als die Ausdünstung (Exhalation) ist, während ein anderes Mal die Menge des ausgedünsteten Gases die des absorbirten übertrifft, woraus sich bald eine Verminderung, bald eine Vermehrung des Volumens ergibt, wenn man vor oder nach der Respiration diese Gase mit einander vergleicht.

§. 120. Neben den Respirationsprodukten entweicht aus dem Körper auch eine mehr oder weniger bedeutende Menge Wasserdampf; diese Ausdünstung, welche Lungenausdünstung genannt wird, ist selbst eine der am meisten in die Augen fallenden Erscheinungen der Respiration, wenn sich diese Dünste durch das Abkühlen der sie umgebenden Luft condensiren und eine mehr oder weniger dichte Wolke bilden.

§. 121. Während die eingeathmete Luft die vorhin angegebenen Veränderungen erleidet, erfährt das Blut, das die in Berührung mit diesem Fluidum stehenden Membranen durchströmt, gleichfalls wichtige Modifikationen; es wird wieder zum Lebensunterhalt brauchbar gemacht und geht von einer dunkelrothen in eine hellrothe Farbe über. Um diese Thatsache besser zu beobachten, darf man nur an einem lebenden Thiere eine Arterie öffnen und zu gleicher Zeit dessen Hals zusammendrücken, so daß die Luft verhindert ist, in die Lungen einzutreten; das aus der Arterie fließende Blut wird in kurzer Zeit dunkel und dem Venenblute ähnlich werden. Gestattet man nachher der Luft wieder den Zutritt in die Lungen, so sieht man, wie diese Flüssigkeit ihre Farbe wieder ändert und den Teint annimmt, der dem Arterienblut zukommt.

§. 122. **Theorie der Respiration.** Dies sind also die vornehmsten Erscheinungen der Respiration der Thiere. Wir wollen sie nun auch zu erklären suchen.

Zuerst fragen wir, was aus dem Sauerstoff wird, welcher verschwindet, und welches die Ensstehung der während dieser Funktion sich bildenden Kohlensäure ist?

Wenn man in einem mit Luft gefüllten Gefäß reine Kohle verbrennen läßt, so sieht man den Sauerstoff verschwinden und sich durch ein gleiches Volumen kohlensaures Gas ersetzen; dabei wird eine beträchtliche Menge Hitze frei. Während der Respiration finden nun die nämlichen Erscheinungen Statt, und man gewahrt stets eine bemerkenswerthe Beziehung zwischen der Menge des dabei aufgewandten Sauerstoffs und der Quantität der erzeugten Kohlensäure; in den gewöhnlichen Umständen ist das Volumen des Sauerstoffs kaum etwas geringer als das der Kohlensäure, und es wird, wie wir in der Folge sehen werden, in allen Thieren mehr oder weniger Wärme frei.

Zwischen den Haupterscheinungen der Respiration und der Verbrennung des Kohlenstoffs besteht also die größte Analogie, und die Gleichheit der Resultate hat den Gedanken hervorgerufen, daß die Ursache der einen oder der andern die nämliche sein müsse. Man hat also angenommen, daß sich der Sauerstoff der eingeathmeten Luft im Innern des Respirationsorganes mit dem aus dem Blute kommenden Kohlenstoff verbinde, und daß aus dieser Art Verbrennung die Kohlensäure entstehe, dessen Aushauchung den Respirationsakt vervollständige.

Aber diese, von dem berühmten Lavoisier vorgeschlagene und bis auf die letztere Zeit von den meisten Physiologen angenommene Theorie steht nicht mit den Resultaten der Erfahrung im Einklange, und muß demgemäß aufgegeben werden; denn heutzutage weiß man, daß die Aufzehrung des Sauerstoffs durch die Respiration nicht unmittelbar an die Produktion der Kohlensäure gebunden ist; dieses letztere Gas ist schon gebildet in dem Venenblute vorhanden, und kommt bloß, um ausgehaucht zu werden, an die Oberfläche des Respirationsorganes, während der Sauerstoff der eingeathmeten Luft durch dieselbe Oberfläche hindurchgeht, um sich in dem Blute aufzulösen und demselben die Eigenschaften des Arterienblutes zu geben.

§. 123. Um zu beweisen, daß die Kohlensäure kein Produkt einer unmittelbaren Verbindung des eingeathmeten Sauerstoffs mit dem Kohlenstoff im Blute sei, welches das Respirationsorgan durchströmt, ist ein sehr einfacher, vor einigen Jahren von William Edwards angestellter Versuch hinreichend. Man bringe in ein Gefäß, das mit Stickstoff oder mit einem andern sauerstofffreien Gase angefüllt ist, ein Thier, welches im Stande ist, ziemlich lange der Asphyrie* zu widerstehen, z. B. einen Frosch, mache nachher mit dem Gase eine chemische Analyse, und man wird finden, daß das auf diese Weise des Sauerstoffs beraubte Thier nichts desto weniger seine Kohlensäurebildung ebenso fortgesetzt haben wird, als ob es in der atmosphärischen Luft geathmet hätte. In diesem Falle nun ist es unmöglich, die Bildung der Kohlensäure der durch Lavoisier zugelassenen unmittelbaren Verbrennung zuzuschreiben, denn diese würde nothwendig aufgehört haben, sobald die eingeathmete Luft keinen Sauerstoff mehr enthielt; da die Kohlensäure fortfährt, frei zu werden, so muß wohl dieses Gas schon ganz gebildet im thierischen Körper sich vorfinden und bloß durch das Respirationsorgan ausgehaucht werden.

§. 124. Es ist in der That das Blut die Quelle der während der Respiration freigewordenen Kohlensäure. Man hat in neuerer Zeit gefunden, daß in der ernährenden Flüssigkeit immer eine gewisse Menge dieses Gases, sowie ein wenig Sauerstoff und Stickstoff aufgelöst ist. Auch haben die Untersuchungen eines Chemikers in Berlin, Magnus, gezeigt, daß das Blut die Eigenschaft besitze, eine gewisse Menge aller derjenigen Gase, mit welchen es in Berührung steht, in sich aufzunehmen; daß indessen diese Flüssigkeit, wenn sie mit einem Gase schon gesättigt ist, aber noch ein anderes absorbiren will, wieder eine gewisse Menge von dem ersteren freigeben muß, welches sodann seinen Platz dem andern abzutreten scheint. Wenn man z. B. Wasserstoffgas mit Venenblut zusammenbringt, so wird ein Theil dieses Gases von dieser Flüssigkeit aufgenommen, und eine entsprechende Menge schon vorhandener Kohlensäure wird frei. Bedient man sich anstatt des Wasserstoffes des Sauerstoffgases, so erhält man ein ähnliches Resultat; das Venenblut schluckt eine gewisse Menge dieses Gases ein, gibt dafür eine fast gleiche Menge kohlensaures Gas frei und verändert in Folge dieser Substitution seine Färbung; es geht vom Dunkelrothen ins Hochrothe über und wird dem Arterienblute ähnlich.

§. 125. Aus diesem Versuche kann man abnehmen, daß die Haupterscheinungen der Respiration sich unabhängig von dem Einflusse des Lebens und nur durch die Eigenschaft des Blutes, die verschiedenen mit ihm in Berührung stehenden Gasen wechselsweise in sich aufzunehmen, erzeugen. Es ist also zu vermuthen, daß diese Erscheinungen im Innern des lebenden Thierleibes ganz auf dieselbe Weise vor sich gehen, und daß die Respiration nichts Anderes ist, als eine Absorption des Sauerstoffes und anderer Stoffe, die uns die Atmosphäre liefert — eine Absorption, welche ihrerseits das Freiwerden und Ausathmen der Kohlensäure und der übrigen im Blute enthaltenen Gase bestimmt.

Wir wissen ferner, daß das Dazwischenliegen einer Membrane, ähnlich derjenigen, welche die Wände der Respirationsgefäße, in welchen das Blut circulirt, bildet, für den Durchgang des Gases kein Hinderniß abgibt; wenn man Venenblut in ein wohlverschlossenes Gefäß bringt, und dieses der Einwirkung des Sauerstoffes aussetzt, so wird man dieselben Erscheinungen beobachten, als hätte man diese beiden Flüssigkeiten in unmittelbare Berührung mit einander gebracht; der Sauerstoff wird theilweise von dem Blute absorbirt werden und die Kohlensäure ersetzen, welche

* Asphyrie (griechisch Pulslosigkeit), eine Art des Scheintodes, welche mit der Unthätigkeit der Lungen beginnt, von da aber auf Herz und Gehirn sich fortpflanzt. Das davon befallene Thier liege dem Anscheine nach todt, ohne Athem, ohne Puls- und Herzschlag, und ohne Empfindung. Anm. d. Uebers.

aus der vom Braunrothen zum Hellrothen übergehenden Flüssigkeit ausgetrieben wird.

Wir haben bereits gesehen, daß die Respirationsorgane einen Bau zeigen, der für die Absorption sehr günstig ist, und aus vielen Versuchen weiß man, daß alle flüchtigen Substanzen, die in den Strom der Circulation gebracht worden, gerade ebenso wie das kohlensaure Gas nach und nach durch die Ausdünstung aus dem Körper getrieben werden.

§. 126. Nach allen diesen gegebenen Thatsachen kann man sich eine Vorstellung von dem machen, was bei der Respiration vor sich geht.

Das Venenblut, das aus den verschiedenen Theilen des Körpers kommt, hält eine ziemlich beträchtliche Menge Kohlensäure, ein wenig Stickstoff und einige Spuren Sauerstoff in sich aufgelöst. Indem es das Respirationsorgan durchströmt, kommt es mit der Luft in Berührung und nimmt einen Theil davon in sich auf; Sauerstoff und eine bestimmte Menge Stickstoff werden auf diese Weise absorbirt und treiben dabei eine entsprechende Menge Gase aus, die sich bereits darin befanden, und welche hauptsächlich in Kohlensäure, mit ein wenig Stickstoff gemischt, bestehen; daraus erfolgt nun das Freiwerden der Kohlensäure * und des Stickstoffs in derselben Zeit, wo eine Absorption von Sauerstoff und Stickstoff stattfindet, und dieses geschieht in solchen Verhältnissen, daß die ausgeschiedene Kohlensäure dem Volumen nach beinahe dem absorbirten Sauerstoff gleichkommt, und daß der gleichfalls ausgeathmete Stickstoff öfters ganz genau den absorbirten ersetzt oder kaum davon verschieden ist, indem er bald mehr bald weniger beträgt. Endlich dünstet auch unter Dampfform ein Theil des im Blute enthaltenen Wassers aus und bildet die Lungenausdünstung. Das Blut verliert also Kohlensäure, Stickstoff und Wasser, während es Sauerstoff und Stickstoff aufnimmt; auch darüber ist man im Klaren, daß das Arterienblut bei weitem reicher an Sauerstoff ist, als das Venenblut, und daß jenes seine belebenden Eigenschaften und seine hochrothe Farbe dem Vorhandensein des Sauerstoffes verdankt. **Die Respiration besteht demnach wesentlich in der Erscheinung der Absorption und der Ausdünstung, wodurch das mit der atmosphärischen Luft in Berührung kommende Blut sich von seiner Kohlensäure befreit und Sauerstoff aufnimmt.**

Was die Quelle der in dem Blute enthaltenen Kohlensäure betrifft, so weiß man darüber nichts Positives; indessen hat man einigen Grund zu glauben, daß dieses Gas ein Produkt des Ernährungsprozesses sei und sich in allen Theilen des Körpers bilde, wo irgend die ernährende Flüssigkeit in den lebenden Geweben thätig ist, um darin das Leben zu unterhalten und sich in Venenblut umzuwandeln.

§. 127. **Aktivität der Respiration.** Wir haben bereits gesehen, daß die Respiration zur Erhaltung des Lebens aller Wesen unumgänglich nothwendig ist; aber der Grad der Thätigkeit dieser Funktion ändert sich bei den verschiedenen Thieren bedeutend ab.

Unter allen belebten Wesen haben die Vögel die lebhafteste Respiration; in einer bestimmten Zeit verzehren sie mehr Luft, als alle andere Thiere, und bei Ermanglung derselben fallen sie auch weit schneller in Asphyxie.

* Es ist wesentlich zu bemerken, daß die in den Venenblute enthaltene Kohlensäuremenge, obgleich mittelmäßig groß, und beträchtlich, um zu erfahren, wie viel von diesem Gase während der Respiration frei wird; 3. B bei dem Menschen enthält jene Flüssigkeit ⅓ ihres Volumens Kohlensäure, und da die Blutmenge, welche die Lungen in 1 Minute durchströmt, ungefähr zu 250 Kubikzoll berechnet werden kann, so müssen also in diesem Zeitraum ungefähr 50 Kubikzoll kohlensaures Gas in dieses Organ gelangen; die Menge dieses, durch die Respiration in dieser Zeit freigewordenen Gases würde nun nach der höchsten Schätzung nicht über 27 Kubikzoll betragen.

Die Säugethiere haben gleichfalls eine sehr lebhafte Respiration; man hat eine große Anzahl Versuche angestellt, um die Sauerstoffmenge zu ermitteln, welche der Mensch in einer gegebenen Zeit dazu gebraucht. Diese Menge variirt je nach den Individuen, dem Alter und verschiedenen andern Umständen; sie scheint im Durchschnitt täglich ungefähr 750 Kubikdecimeter zu betragen. Weil nun in 100 Theilen der atmosphärischen Luft nicht weiter als 21 Theile Sauerstoff dem Volumen nach enthalten sind, so folgt daraus, daß der Mensch in diesem Zeitraume wenigstens 3500 Kubikdecimeter atmosphärische Luft in sich aufnimmt.

Die Thiere der untern Klassen, besonders solche, welche im Wasser leben, haben im Allgemeinen eine weit begränztere Respiration.

Indessen, wenn man über den ungeheuren Aufwand an Sauerstoff, den alle diese Wesen täglich machen müssen, nachdenkt, so sieht man, daß die Atmosphäre über kurz oder lang des Sauerstoffs beraubt werden würde, und daß alle Thiere untergehen müßten, wenn die Natur nicht Mittel anwendete, um die Menge des um die Erdoberfläche verbreiteten Sauerstoffs immer wieder zu erneuern.

Dies findet in der That auch Statt; und bemerkenswerth ist es, daß dieses Mittel gerade ein Phänomen ist, das mit demjenigen, gegen dessen Wirkungen es ein Gegengewicht bilden soll, in einer und derselben Klasse steht: dieses Mittel ist die **Respiration der Pflanzen.**

Die Vegetabilien absorbiren die in der Atmosphäre verbreiteten Kohlensäure und ziehen unter dem Einflusse des Sonnenlichtes den Kohlenstoff aus derselben und geben den Sauerstoff frei. Das vegetabilische Reich liefert also den Thieren den ihnen nothwendigen Sauerstoff, und anderseits ist es die Respiration der Thiere, welche den Pflanzen unaufhörlich die zu ihrem Wachsthume unumgänglich nothwendige Kohlensäure gibt.

Man sieht also, daß die Beschaffenheit der Atmosphäre größtentheils von der zwischen den Thieren und Pflanzen bestehenden Beziehung abhängig ist, und daß die Zusammensetzung der Luft auf irgend eine Weise die relative Zahl dieser Wesen bestimmt. *

§. 128. Es besteht immer eine merkwürdige Beziehung zwischen der von jedem Thiere in einer bestimmten Zeit verzehrten Luftquantität und der Lebhaftigkeit der Bewegungen. Die Thiere, deren Bewegungen langsam und selten sind, haben eine weit weniger ausgedehnte Respiration, als diejenigen, welche sich lebhaft bewegen und nur kurze Zeit in Ruhe bleiben. Z. B. die Frösche und Kröten nehmen weniger Luft in sich auf, als gewisse Schmetterlinge, obwohl ihr Körper ein weit größeres Volumen hat, als diese Insekten; aber jene Reptilien bewegen sich nur wenig und langsam, während die Schmetterlinge unaufhörlich die lebhaftesten Bewegungen machen.

§. 129. Die Lebhaftigkeit der Respiration variirt auch bei einem und demselben Thiere, je nach den Umständen; man kann als einen allgemeinen Satz aufstellen, daß Alles, was die Energie der Lebensbewegung zu vermindern strebt, auch eine Verminderung in der Absorption des Sauerstoffs und in der Menge des ausgehauchten kohlensauren Gases hervorruft, während auf der andern Seite Alles, was die Kraftanstrengung eines Thiers vermehrt, eine entsprechende Veränderung in der Ausdehnung der Respiration hervorbringt.

So ist bei jungen Thieren dieser Prozeß weniger

* Diesem gemäß könnte man vielleicht glauben, daß die Atmosphäre in den Städten, wo viele Menschen beisammen leben und es sehr wenige Pflanzen gibt, weniger reich an Sauerstoff sein könne, als auf dem Lande; das würde jedoch ein Irrthum sein. Die chemische Analyse hat gezeigt, daß die Luft überall die gleiche Zusammensetzung hat; es muß diese Gleichförmigkeit den immerwährenden Strömungen in der Atmosphäre zugeschrieben werden.

lebhaft als bei den erwachsenen derselben Art. Während des Schlafes wird die Respiration gleichfalls vermindert. Die Ermüdung, die Entbehrung, der übermäßige Genuß geistiger Getränke haben dieselbe Wirkung. Dagegen erhöhen eine gemäßigte Bewegung und gute Ernährung die Lungenthätigkeit.

Bis hieher haben wir uns nur mit den Erscheinungen der Respiration beschäftigt und dieselben nur an und für sich betrachtet, ohne auf die Organe, die ihr Sitz sind, Rücksicht zu nehmen. Wir wollen nun auch sehen, welches die für diese wichtige Funktion bestimmte Organe sind, und wie sie sich in den verschiedenen Thieren abändern.

Der Respirationsapparat.

§. 130. Bei sehr einfach organisirten Thieren geschieht die Respiration in keinem besondern Apparat, sondern in allen Theilen, welche in Berührung mit dem Elemente sind, worin diese Thiere leben, und woraus sie den zu ihrem Leben nothwendigen Sauerstoff nehmen. Die allgemeine Hülle des Körpers, die Haut, ist bei den meisten Thieren der oberen Klassen, namentlich beim Menschen, gleichfalls der Sitz einer mehr oder weniger thätigen Respiration; aber bei allen diesen Geschöpfen ist ein bestimmter Theil der Haut noch spezieller dazu bestimmt, auf die Luft einzuwirken, und deßhalb auch auf eigenthümliche Weise dazu eingerichtet.

Dieser Theil zeigt eine weiche, schwammige und zarte Textur; er empfängt eine bedeutende Quantität Blut und ist immer so gebaut, daß er bei einem verhältnißmäßig kleinen Volumen eine um so ausgedehntere Oberfläche hat, als die Respiration thätiger sein muß. Als allgemeinen Satz kann man hier aufstellen, daß dieses Organ um so wirksamer sein wird, jemehr sich seine Organisation von der der allgemeinen Körperhülle entfernen wird, und daß die Hautrespiration um so weniger thätig sein wird, jemehr sich die Respiration in den besondern Organen ausgebildet hat.

Fig. 46. Der Sandwurm (Arenicola).

§. 131. Uebrigens variirt die Struktur der Respirationsorgane, je nachdem dieselben die Bestimmung haben, mit der Luft im gewöhnlichen freien Zustand in Berührung zu stehen oder im Wasser thätig zu sein, das eine gewisse Menge dieses Fluidums aufgelöst enthält.

Bei allen Thieren, die im Wasser leben und durch die Vermittlung dieser Flüssigkeit athmen, sind die besondern Werkzeuge der Respiration hervorspringend und führen den Namen Kiemen, während die Thiere mit einer Luftrespiration keine Kiemen, wohl aber innere Höhlen haben, die den gleichen Dienst thun und Lungen und Tracheen genannt werden.

§. 132. **Die Organe für die Respiration im Wasser.** Die Kiemen ändern sich in ihrer Form bedeutend ab; manchmal bestehen sie bloß in kleinen Warzen oder blattförmigen Verlängerungen, welche eine etwas zärtere Textur als die übrige Haut haben, und auch ein etwas größeres Blutquantum enthalten; ein anderes Mal setzen sich diese Organe aus einer Menge verästelter Fäden zusammen und gleichen kleinen Bäumchen oder Federbüschen (a a Fig. 46); endlich noch sind sie aus einer großen Anzahl kleiner häutiger Lamellen, die wie die Blätter eines Buches oder die Zähne eines Kammes aneinander gefügt sind, gebildet.

Wir treffen die erste dieser Organisationsweisen bei mehreren Würmern, z. B. dem an den Meeresküsten so häufigen Sandwurm an; die zweite findet man bei verschiedenen Anneliden, so wie bei mehreren Crustaceen; die letztere endlich ist den meisten Mollusken und Fischen eigen.

Ferner ist zu bemerken, daß die Kiemen der niedern Thiere im Allgemeinen außerhalb des Körpers gelegen sind, so daß sie frei im Wasser schwimmen, während sich diese Organe bei den in der Thierreihe höher stehender Thieren, z. B. bei den meisten Mollusken und allen Fischen, in einer Höhle befinden, die zu ihrem Schutze dient, und so eingerichtet ist, daß sich das Wasser leicht darin erneuern kann.

§. 133. **Die Organe der Respiration in der Luft.** Die innern Höhlen, welche zur Respiration in der freien Luft dienen, nehmen bald die Form von Tracheen, bald die der Lungen an.

Die Tracheen sind Gefäße, welche vermittelst der Oeffnungen, die Stigmen heißen, nach außen gehen und sich im Innern der verschiedenen Organe verzweigen. Sie führen auf diesem Wege Luft dahin, folglich findet die Respiration in allen Theilen des Körpers Statt. Diese Bauart ist den Insekten (Fig. 47) und einigen Arachniden eigen.

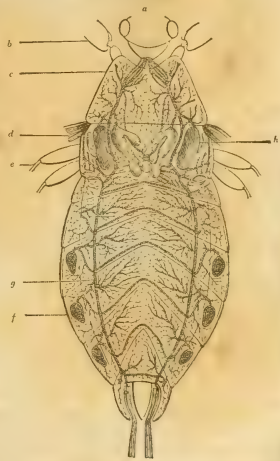


Fig. 47. Respirationsapparat eines Insekts (der Wasserscorpion, Nepa).*

§. 134. **Die Lungen** sind Säcke, die mehr oder weniger in Zellen getheilt sind, und gleichfalls Luft in ihr Inneres aufnehmen; ihre Wände sind durch Gefäße durchlaufen, welche das Blut enthalten, das dem belebenden Einflusse des Sauerstoffs unterworfen werden soll. Die meisten Spinnen, einige Mollusken,

* *a* Kopf; — *b* Basis des ersten Fußpaares; — *c* erster Brustring; — *d* Basis der Flügel: — *e* Basis des zweiten Fußpaares; — *f* Stigmen; — *g* Tracheen; — *h* Luftgefäße.

z. B. die Schnecken, besitzen Lungen (aber mit einem sehr einfachen Bau). Die Reptilien, die Vögel und die Säugethiere sind ebenfalls damit versehen.

§. 135. Bei dem Menschen (und eben so bei allen Säugethieren) liegen die Lungen (Fig. 48) in der Brusthöhle, welche den obern Theil des Rumpfes einnimmt (siehe Fig. 3). Diese Organe sind gleichsam in dieser Höhle aufgehängt und in eine sehr dünne und glatte Haut eingehüllt, welche zugleich auch die Wände der Brusthöhle überkleidet und Brustfell (pleura)* genannt wird. Es sind zwei Lungen vorhanden, welche zu beiden Seiten des Körpers liegen und mittelst einer Röhre, der Luftröhre (trachea) (b Fig. 48) nach außen communiciren, die vornen im Halse aufsteigt und sich in der hintern Mundhöhle öffnet.

Fig. 48. Die Lungen und die Luftröhre bei dem Menschen.**

Diese Röhre ist aus einer Reihe kleiner knorpeliger Streifen zusammengesetzt, die querüber gelegt und beinahe ringförmig sind; innen ist sie mit einer Schleimhaut überzogen, welche die gleiche Natur zeigt, wie die des Mundes und sich auch in derselben fortsetzt. ***

Ihr unterer Theil theilt sich in zwei Aeste, welche den Namen Luftröhrenäste (bronchi) führen und sich in jedem Lungenflügel so verasteln, wie die Wurzeln eines Baumes im Boden (c e Fig. 48).

§. 136. Die Lungen zeigen, wie bereits gesagt, in ihrem Innern eine Menge Zellen; in jede derselben mündet ein kleiner Zweig des entsprechenden Astes ein. Die Wände dieser kleinen Höhlungen sind aus einer sehr zarten und weichen Haut gebildet und von einer Menge Capillargefäße durchzogen, welche das Venenblut aus der Lungenarterie erhalten und dasselbe dem Einflusse der Luft überlassen. Bei einem und demselben Volumen wird die Oberfläche, durch welche die Respiration geschieht, um so größer sein, und das Blut in um so zahlreicheren Punkten mit der Luft in Berührung kommen, als die Lungen aus kleineren Zellen gebildet sein wird. Daher besteht zwischen der Aktivität der Respiration und der Größe der Lungenzellen eine direkte Beziehung; und in der That, es haben die Lungen, z. B. bei den Fröschen, wo diese Funktion schwach und langsam ist, die Form von Säcken, die bloß von einigen Scheidewänden durchzogen sind, während diese Organe bei den Säugethieren und Vögeln, welche die lebhafteste Respiration zeigen, in so kleine Zellen getheilt sind, daß sie das bloße Aug kaum gewahren kann.

§. 137. Bei dem Menschen und den übrigen Säugethieren gehen die Luftröhrenäste alle in den Lungenzellen zu Ende, diese letzteren endigen selbst in einem Säckchen; daraus folgt, daß die in die Lungen dieser Thiere tretende Luft nicht weiter dringen kann. Aber bei den Vögeln, wo die Respiration noch thätiger ist, durchdringen einige von diesen Kanälen nach und nach die Lungen öffnen und sich in dem Zellgewebe, welches sie umgibt und in dem ganzen übrigen Körper die Zwischenräume ausfüllt, welche die verschiedenen Organe zwischen sich lassen; die in diesem Gewebe enthaltenen hohlen Räume stehen nun alle miteinander in Verbindung, und die Luft, welche dahin gelangt, dringt daher in alle Theile des Körpers, sogar in die Knochensubstanz ein.

§. 138. **Der Mechanismus der Respiration bei dem Menschen.** Nach dem, was wir von den Veränderungen gesagt haben, welche die Luft durch die Respiration erleidet, ist es einleuchtend, daß dieses Fluidum in dem Innern der Lungen stets erneuert werden muß; dieses findet vermittelst der Bewegungen Statt, welche wir bei dem Ein- und Ausathmen machen, und welche ihrerseits von den Bewegungen der Wände der Brusthöhle, wo sich die Lungen befinden, abhängen.

Der Mechanismus, durch den die Luft in die Lungen geführt und wieder ausgestoßen wird, ist sehr einfach und gleicht in allen Theilen dem eines Blasewerks; die Luft dringt in das Organ ein und geht durch denselben Kanal wieder ab. Die Wände des Brustkastens sind beweglich, der hohle Raum desselben kann sich abwechslungsweise darin erweitern und verengen, und die Lungen folgen diesen Bewegungen; im ersteren Falle stürzt die durch das ganze Gewicht der Atmosphäre gedrückte Luft durch den Mund oder

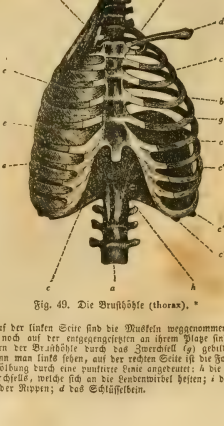


Fig. 49. Die Brusthöhle (thorax). *

* Auf der linken Seite sind die Muskeln weggenommen, während sie noch auf der entgegengesetzten an ihrem Platze sind. Man sieht im Innern der Brusthöhle durch das Zwerchfell (g) gebildete Gewölbe kann man links sehen, auf der rechten Seite ist die Fortsetzung dieser Wölbung durch eine punktirte Linie angedeutet; h die Schenkel des Zwerchfells, welche sich an die Lendenwirbel heften; i die Hebemuskeln der Rippen; c das Schlüsselbein.

* Das Brustfell gehört gleichfalls zu den sogenannten serösen Häuten.

** Der eine Lungenflügel d ist unversehrt geblieben, allein von dem andern hat man die Substanz weggenommen, um die Verzweigungen der Luftröhrenäste bloß zu legen. a der Kehlkopf und das obere Ende der Luftröhre; — b Luftröhre; — c Verzweigungen der Luftröhrenäste; — e die feinen Endverzweigungen; — d ein Lungenflügel.

*** Zu bemerken ist, daß die Schleimhaut, womit die Luftröhre und die Luftröhrenäste ausgekleidet sind, mit einer Art mikroskopisch kleinem Flaum bedeckt ist, und daß jedes Härchen dieses Flaumes eine sehr rasche undulatorische Bewegung zeigt; diese Schwingungen erzeugen in der, mit der Oberfläche der Schleimhaut in Berührung stehenden Flüssigkeit oft sehr schnelle Strömungen und setzen sich noch eine Zeitlang fort, nachdem die ihnen zum Sitz dienenden Membrane vom Thorakeb getrennt worden, wodurch uns Gelegenheit gegeben ist, sie mit Hülfe eines guten Mikroskopes leicht zu untersuchen; die Richtung der auf diese Weise erzeugten Strömung scheint von außen nach innen des Respirationsapparates zu gehen; eine ähnliche Bewegung bemerkt man an der Oberfläche der Membrane, welche den ersten Theil der Luftwege, d. h. die Nasenhöhlen, überziehet; doch bemerkt man in dem Schlunde gewöhnlich nichts Analoges.

die Nase und die Luftröhre in die Brust hinab und füllt die Lungenzellen auf dieselbe Weise an, wie das Wasser im Pumpenstiefel aufsteigt, wenn man den Stempel hebt. Im zweiten Falle wird die in den Lungen enthaltene Luft zusammengedrückt, und theilweise auf dem nämlichen Wege, der ihm zum Eintritt gedient hat, nach außen geschafft.

Um begreifen zu können, auf welche Weise sich die Brust des Menschen erweitert und verengt, muß man nothwendig ihren Bau untersuchen.

Diese Höhle (Fig. 49) hat die Form eines abgestumpften Kegels, dessen Spitze oben und die Basis unten liegt; ihre Wandungen sind größtentheils durch ein Knochengerüste gebildet, das sich aus der Vereinigung der Rippen (c) mit einem Theile des Rückgrates (a) und mit dem Brustbeine (b) ergibt.

Die Zwischenräume der Rippen sind durch Muskeln ausgefüllt, welche sich von dem einen Knochen (c) zum andern erstrecken; auch laufen Muskeln von dem obern Rippenknochen nach den Halswirbeln (i) hin; der untere Theil der Brusthöhle ist aus dem Zwerchfell (g), einer Art fleischigen Scheidewand, gebildet, das an den untern Rand des ebenerwähnten Knochengerüstes befestigt ist.

§. 139. Die Erweiterung der Brusthöhle kann auf zweierlei Weisen geschehen, einmal durch Zusammenziehung des Zwerchfells und sodann durch die Erhebung der Rippen.

Das Zwerchfell bildet im Zustand der Ruhe ein Gewölbe, welches in der Brusthöhle (g) aufsteigt, und leicht begreiflich ist es, daß die Contraktion dieses Muskels die Krümmung des Gewölbes vermindert und dadurch den Raum der Brusthöhle vergrößert.

Die Bewegung der Rippen ist etwas complizirter; von diesen Knochen (c und c'), deren es zwölf zu jeder Seite sind, macht eine jede eine Krümmung, die nach außen convex und ein wenig abwärts gerichtet ist. Das vordere Ende dieser Rippen, welche mit Hülfe dazwischen gefügter Knorpel (Rippenknorpel) an das Brustbein (b) gepefiet sind, ist weit weniger erhaben als ihr hinteres Ende; die Einfügung dieses letzteren in die Wirbelsäule gestattet ihnen eine Hebung und Senkung. Die erste dieser Bewegungen wird durch die Contraktionen der an der Basis des Halses (i) liegender Muskeln hervorgebracht. Wenn sich nun die Rippen heben, suchen sie in eine horizontale Linie zu kommen; denn in derselben Zeit, daß ihr vorderes Ende (c. b. vornen am Brustbein) aufsteigt, und dabei das Brustbein hebt, drehen sie sich ein wenig um sich selbst, so daß ihre Krümmung nicht mehr nach unten, sondern bloß nach außen gerichtet ist; das Resultat davon ist, daß sich die Wände vornen und auf den beiden Seiten der Brusthöhle von der Wirbelsäule entfernen und sich die Brusthöhle erweitert.

§. 140. Bei der Ausathmung verengen sich die Lungen wegen der Elasticität ihres Gewebes, das Zwerchfell erschlafft und steigt wieder in Form eines Gewölbes auswärts. Wenn die Muskeln, welche die Hebung der Rippen und des Brustbeins bewirkt haben, aufhören, sich zusammenzuziehen, so bringt ihr Gewicht und die durch die Elasticität ausgeübte Traktion der Lungen ein Herabsinken dieser Knochen hervor; indessen gibt es noch andere Kräfte, die gleichfalls zur Verengung der Brusthöhle und zum Ausstoßen der Luft aus den Lungen beitragen können; dies sind die Contraktionen derjenigen Muskeln, welche die Bauchwände bilden und sich an dem untern Theil der Brust fixiren.

§. 141. Bei der Ausdehnung dieser Bewegungen bemerkt man mehrere Grade, bei der gewöhnlichen Respiration beträgt die eingeathmete oder die ausgehauchte Luftquantität nicht mehr als ½ des ganzen Quantums, welches diese Organe fassen können. Die gewöhnlich in den Lungen enthaltene Luftmenge schätzt man auf ungefähr 4580 Kubikcentimeter, und die, bei jedem Athemzug eingehauchte oder ausgestoßene Menge auf 655 Kubikcentimeter.

Die Zahl der Respirationsbewegungen ändert sich je nach den Individuen und dem Alter ab; sie sind in der Kindheit häufiger als bei einem erwachsenen Menschen, wo man deren gewöhnlich zwanzig in einer Minute zählt.

Man sieht also, daß im gewöhnlichen Zustand in die Lungen eines Menschen ungefähr 17,000 Kubikcentimeter Luft in einer Minute eintreten, was in einer Stunde ungefähr 786 Litres, und täglich nahezu an 19,000 Litres ausmacht.

§. 142. Der Seufzer, das Gähnen, das Lachen und das Schluchzen sind weiter nichts als Modifikationen der gewöhnlichen Respirationsbewegungen. Der Seufzer ist ein tiefer und weiter Athemzug, bei welchem eine große Menge Luft in die Lungen eintritt; doch hängt diese Erscheinung nicht allein von Gemüthsbewegungen ab, welche die häufigsten Ursachen davon sind: das Bedürfniß zu seufzen wird jedesmal gefühlt, wenn der Respirationsprozeß nicht mit der gewöhnlichen Schnelligkeit vor sich geht.

Das Gähnen ist ein noch tieferer Athem, welcher mit einem beinahe unwillkürlichen und krampfhaften Zusammenziehen der Muskeln an der Kinnlade und dem Gaumensiegel ist.

Das Lachen besteht in einer Aufeinanderfolge kurz abgebrochener und mehr oder weniger häufiger Bewegungen des Ausathmens, welche größtentheils von beinahe convulsiven Zusammenziehungen des Zwerchfells herrühren. Endlich noch das Schluchzen, dessen Mechanismus ganz unbedeutend von dem des Lachens abweicht, obwohl diese Erscheinung ganz verschiedene Gemüthsbewegungen ausdrückt.

§. 143. **Der Mechanismus der Respiration bei den übrigen Thieren.** Im Wesentlichen ist der Mechanismus der Respiration bei allen Säugethieren, den Vögeln und den meisten Reptilien der gleiche, nur daß bei den beiden letztern Klassen das Zwerchfell mehr oder weniger verschwindet, daher wird die Luft hauptsächlich durch die Bewegungen der Rippen in die Lungen gepumpt; aber bei den Schildkröten und Batrachiern (d. h. den Fröschen, den Salamandern ꝛc.) ist die Brusthöhle nicht so gebaut, daß sie sich ausdehnen und wie eine Saugpumpe wirken könnte; die Respiration dieser Thiere ist eine von der vorigen abweichende, und die Luft wird durch die Bewegungen des Schluckens in die Lungen gebracht.

Von der Ausdünstung (exhalatio) und der Absonderung (secretio).

§. 144. Wir haben nacheinander die Mittel angegeben, wodurch die fremdartigen, zur Erhaltung des Lebens nothwendigen Stoffe in den Leib der Thiere eingeführt werden und sich mit dem Blute mischen, welches dieselben an alle Theile der Oekonomie vertheilt. Wir haben uns jetzt mit einer Reihe von Erscheinungen einer umgekehrten Ordnung zu beschäftigen, und zu untersuchen, wie die in der Masse der Flüssigkeiten enthaltene und mit denselben in den Blutgefäßen eingeschlossenen Substanzen abgehen können.

§. 145. Ferner haben wir geseben, daß die zur Ernährung nothwendigen Stoffe auf zweierlei Weisen eingeführt werden: bald bloß durch Absorption und ohne daß sie eine vorläufige Modifikation erlitten haben, bald durch die Wirkung des Verdauungsprozesses, welcher diese Stoffe von den übrigen Substanzen, mit welchen sie gemischt sind, abscheidet, sie zubereitet und ihnen die geeignetste Form gibt, ehe sie in das Innere der Oekonomie eindringen; der erste dieser Akte, welcher durch die Oberfläche der

Lungen, durch die Haut oder durch jedes andere Mittel ausgeübt wird, ist gleichsam ein mechanisches Phänomen, während der zweite, weit zusammengesetztere Akt das Resultat eines chemischen Prozesses ist.

Um sich der unnützen, in dem lebenden Körper enthaltenen Stoffe zu entledigen und sie auszuflossen, wendet die Natur zwei analoge Mittel an, nämlich: die Ausdünstung (Exhalation) und die Absonderung (Sekretion). Die Ausdünstung ist eine Folge der Durchdringbarkeit der Gewebe und kann in allen Punkten stattfinden; sie verändert nicht die Natur der Flüssigkeiten, die sie entfernt, und kann, wie die Absorption, beinahe als eine rein physikalische Erscheinung betrachtet werden. Die Sekretion dagegen besteht nicht allein in dem Austritt der Flüssigkeiten, womit die Gewebe getränkt sind: sie gibt bei ihrer Auswahl gewissen Stoffen den Vorzug, sondert sie von andern ab, verändert zuweilen ihre innere Natur und gibt auf diese Weise besondern Flüssigkeiten die Entstehung; gewöhnlich kann sie nur durch die Vermittlung gewisser dazu bestimmter Organe vor sich gehen, und unter allen diesen Beziehungen verhält sie sich zu der einfachen Ausdünstung wie die Verdauung zur Absorption.

Die Ausdünstung (exhalatio).

§. 146. Wir haben bereits gesehen, daß die Wände der Blutgefäße von den Flüssigkeiten durchdrungen werden können; daraus geht hervor, daß das Wasser und die andern in diesen Kanälen enthaltenen flüssigen Stoffe nicht vollständig darin eingeschlossen bleiben, und sich mit mehr oder weniger Leichtigkeit davon werden entfernen und sich in der Umgebung werden verbreiten können; diese Art Filtration von dem Innern der Blutgefäße nach außen findet wirklich auch Statt; man gibt dieser Erscheinung den Namen Ausdünstung (Exhalation).

In gewissen Umständen tritt sogar Blut mit allen seinen constituirenden Theilen aus den Gefäßen; es kann diese Blutergießung (Bluten, Blutsturz ꝛc.) zuweilen stattfinden, ohne daß die Wände der Gefäße Oeffnungen zeigen, die eine Verbindung nach außen herstellen. Das Blut sickert dann mitten durch die Gewebe hindurch, aus welchen diese Wände gebildet sind; indessen ist diese Erscheinung selten, und gewöhnlich lassen die Gefäße keine festen Kügelchen abgehen, während ihre Wände die flüssigsten Theile der ernährenden Flüssigkeit mehr oder weniger hindurch lassen. Das in so großem Ueberfluß in dem Blute enthaltene Wasser kann sich somit nach außen verbreiten, indem es zugleich eine kleine Menge Salze und andere auflösliche Stoffe des Serums mit sich fortführt. Die in dem Blute aufgelösten Gase können auf gleiche Weise frei werden, jedoch nur wegen der physikalischen Eigenschaften der Gefäßwände.

Um diese Erscheinung so zu sagen handgreiflich zu machen, hat man weiter nichts nöthig, als in die Venen eines lebenden Thieres gewisse Substanzen zu bringen, die sich sonst nicht in dem Blute finden, sich aber darin sehr leicht auflösen und leicht zu erkennen sind; nach einiger Zeit wird man Spuren von diesen fremdartigen Stoffen in allen Flüssigkeiten antreffen, welche sich in den verschiedenen hohlen Räumen des Körpers verbreitet finden und sich darin durch die Ausdünstung gebildet haben. Wenn man z. B. in die Venen eines Hundes blausaures Kali spritzt, so findet es nicht lange an, daß man dieses Salz wieder in der sich in der Brusthöhle und dem Unterleibe ansammelnden wässerigen Flüssigkeit findet, und Jedermann ist es bekannt, daß, wenn riechende Stoffe, z. B. geistige Getränke, absorbirt und somit in den Strom der Circulation geführt worden sind, aus den Gefäßen der Lungenoberfläche ausdünsten und mit der Luft ausgehaucht werden.

§. 147. **Mechanismus der Ausdünstung.** Die bei allen lebenden Wesen stattfindende Ausdünstung ist nicht, wie die meisten andern physiologischen Funktionen, ein Resultat der Lebenskraft; sie ist im Gegentheil ein rein physikalisches und von dem Leben unabhängiges Phänomen, obschon ihr Gang von jenen Kräften modifizirt werden kann; man kann auch in der That Alles, was nur immerhin eine wahrhafte Ausdünstung constituirt, eben so gut an einem Kadaver als an einem lebenden Thiere beobachten. Es ist sogar der Fall, daß einige ihrer Wirkungen am leichtesten nach dem Tode nachgewiesen werden können, weil dann ihrer Aeußerung nichts Hemmendes entgegentritt.

Wenn man in den Circulationsapparat eines frisch gestorbenen Thieres eine Auflösung von Gallerte spritzt, die durch feinzerriebenen Zinnober rothgefärbt ist, so dringt die rothe Masse in das Capillarsystem ein, und man sieht alsdann einen Theil des gallerthaltigen und des Farbstoffs beraubten Wassers durch die Wände dieser Kanäle sickern, und sich nach außen begeben, während der Farbstoff in ihrem Innern zurückgehalten wird. Das, was nun hinsichtlich der eingespritzten Masse geschieht, findet auch mit dem Blute Statt, welches, so lange das Thier lebt, unaufhörlich diese Gefäße durchströmt; die Kügelchen und die weniger dünnflüssigen Theile des Blutes finden sich, wie die Farbmasse, durch die Wände dieser Kanäle aufgehalten, während ein Theil des Blutwassers, das die dem Blute eigenthümlichen Salze und eine kleine Menge Eiweißstoff aufgelöst enthält, durch diese Wandungen auf ähnliche Weise hindurch sickert wie vorhin die gelatinöse Auflösung, und sich in allen benachbarten Theilen verbreitet oder nach außen tritt.

§. 148. Man sieht also, daß die Ausdünstung gleichfalls, wie die Absorption, eine Erscheinung der Imbibition ist, und mit Unrecht haben viele Physiologen die Wirkungen davon gewissen Oeffnungen (Poren) zuschreiben zu müssen gealaubt, welche nach ihren Hypothesen speziell dazu bestimmt wären, den ausgedünsteten Flüssigkeiten einen Durchgang zu gewähren, welche aber in der Wirklichkeit nicht vorhanden sind. Der Mechanismus der Ausdünstung ist der nämliche wie bei der Absorption, nur daß die Bewegung eine entgegengesetzte Richtung nimmt; sämmtliche Theile, die der Sitz einer dieser Funktionen sind, können es auch für eine andere sein, und gewöhnlich finden sie gleichzeitig in den nämlichen Theilen Statt; alles, was den Gang der einen modifizirt, influirt auch auf die andere.

Die mehr oder weniger schwammige und daher auch mehr oder weniger für die Imbibition günstige Textur eines Organes bedingt auf gleiche Weise den Gang der Absorption und der Ausdünstung. Die eine wie die andere dieser Funktionen ist (bei übrigens gleichen Umständen) um so wirksamer, jemehr derjenige Theil, wo sie ihren Sitz hat, von Blutgefäßen durchlaufen ist.

Die Veränderungen in der dem Körper innwohnenden Flüssigkeitsmasse wirken dagegen auf eine entgegengesetzte Weise auf diese beiden Funktionen. Je beträchtlicher die Flüssigkeitsmenge ist, desto reichlicher ist die Ausdünstung.

Auch der Druck, welchen das Blut in den Gefäßen erleidet, hat einen großen Einfluß auf die Ausdünstung, und wenn die Circulation in den Venen so gehemmt wird, daß sich diese Flüssigkeit anhäuft, so dünstet der flüssigste Theil des Blutes in die benachbarten Theile in reichlichem Maße aus und erzeugt daselbst eine Aufschwellung.

§. 149. **Sitz der Ausdünstung.** Die Ausdünstung kann auf der, mit der Atmosphäre in Berührung stehenden Oberfläche des Körpers oder auch im Innern mehr oder weniger großer hohler Räume,

die nicht frei nach außen communiciren, stattfinden. Auf diesem Unterschiede beruht die wichtige Unterscheidung zwischen äußerer und innerer Ausdünstung.

§. 150. Die äußere Ausdünstung, die man nicht mit der Schweißbildung verwechseln darf und die eben so gut auf der innern Fläche der Lunge, als auf der Haut stattfindet, gibt zu der, mit dem Namen unmerkliche Ausdünstung bezeichneten Erscheinung Veranlassung, weil hiebei das Wasser durch die Verdunstung verschwindet und gewöhnlich nicht mit unsern Sinnen wahrgenommen wird. Die Verluste, welche der Mensch und die Thiere dabei erleiden, sind sehr beträchtlich. Im gesunden Zustande variirt das Gewicht eines erwachsenen Menschen sehr wenig; die Verluste, die er durch die verschiedenen Extretionen erfährt, bilden gegen die Nahrungsmittel, die er täglich zu sich nimmt, ein Gegengewicht. Nach den von Sanctorius angestellten Versuchen scheint es, daß der, durch die unmerkliche Ausdünstung erzeugte Verlust oft $^5/_8$ des vorhin erwähnten Totalverlustes beträgt.

Uebrigens geht die Verdunstung auf der Oberfläche des Körpers nicht immer in der gleichen Stärke vor sich, und auch hier noch ist der Einfluß der physischen Agenzien sowohl auf das lebende Thier, als auf der Cadaver fast auf gleiche Weise fühlbar. Bei dem einen wie bei dem andern werden die durch die Verdunstung erzeugten Verluste durch die Erhöhung der Temperatur, durch die Bewegungen der Luft, durch die Trockenheit, durch die Verminderung des atmosphärischen Druckes ꝛc. vermehrt.

Auch das Freiwerden der Kohlensäure, welches, wie bereits gesagt, bei dem Respirationsakte geschieht, muß man auf die Ausdünstung beziehen.

§. 151. Die innern Ausdünstungen finden auf der Oberfläche der mehr oder weniger weiten Höhlen im Innern des Körpers Statt; sie bestehen aus Wasser, das mit einer geringen Menge animalischer Stoffe und mit den im Blute enthaltenen Salzen gemischt ist. Sie sind die Quelle der wässerigen Theile, welche die serösen Häute, womit die großen Eingeweide des Kopfes, der Brusthöhle und des Unterleibes eingehüllt sind, beständig anfeuchten; ferner sind sie die Quelle der Feuchtigkeit, welche die Lamellen des so reichlich in allen Theilen des Körpers verbreiteten Zellengewebes benetzt, und theilweise auch von den Feuchtigkeiten im Innern des Auges.

Da diese innern Ausdünstungen auf der Oberfläche der Höhlen stattfinden, die keinen Ausgang nach außen haben, so ist es natürlich, daß die Menge der in diesen Behältern enthaltenen Flüssigkeiten stets zunehmen würde, wenn die ausdünstenden Theile nicht auch zugleich der Sitz einer nicht weniger schnellen Absorption wären. Im Zustande der Gesundheit funktioniren Absorption und Ausdünstung gleichzeitig und halten sich gegenseitig das Gleichgewicht, so daß immer die nämliche Flüssigkeitsmasse in einer Höhlung vorhanden ist; doch geschieht es auch in mehrmal, daß das Gleichgewicht gehört wird und die Ausdünstung thätiger wird, als die Absorption. Die Flüssigkeiten häufen sich alsdann in verschiedenen Theilen an, und es entstehen daraus Krankheiten, die unter dem Namen Wassersucht* bekannt sind.

Absonderungen (Sekretionen).

§. 152. Diese Benennung gibt man der Bildung besonderer Flüssigkeiten, welche sich in der thierischen Oekonomie auf Kosten des Blutes erzeugen und von dem serösen Theil dieser Flüssigkeit wesentlich verschieden sind.

§. 153. **Absonderungsorgane.** Die Hauptwerkzeuge, mit deren Hülfe die Natur diese organisch-chemische Arbeit ausführt, sind gewöhnlich aus außerordentlich kleinen hohlen Räumen zusammengelegt, welche die Form eines Sackes, eines Beutels oder eines sehr engen Kanales haben und eine beträchtliche Anzahl Blutgefäße und Nerven in sich aufnehmen. Gewöhnlich bezeichnet man diese Organe mit dem gemeinsamen Namen Drüsen (glandulæ); doch zeigen sie in ihrer Struktur wesentliche Verschiedenheiten, man unterscheidet daher vollkommene oder eigentliche Drüsen, und unvollkommene Drüsen oder Gefäßganglien, je nachdem sie eine Oeffnung zum Ausgießen ihres Absonderungsprodukts haben, oder die Form von Höhlen ohne Oeffnung zeigen, aus welchem die Flüssigkeit nur auf dem Wege der Absorption oder durch einen Bruch austreten kann.

§. 154. Der Bau der eigentlichen Drüsen variirt bedeutend; unterscht man sie aber sorgfältig, so bemerkt man, daß alle diese Organe auf zwei Grundtypen zurückgeführt werden können, und daß sie sich immer entweder aus kleinen Säckchen mit mehr oder weniger engen Oeffnungen, oder aus außerordentlich engen Röhren zusammensetzen, und daß die Verschiedenheiten, die man bei ihnen findet, von der Art und Weise, wie sich diese Elementartheile gruppiren, abhängen.

§. 155. Die kleinen Absonderungsfächchen, von denen wir so eben sprachen, werden Balgdrüsen genannt. Diese Organe bestehen in ihrer einfachsten Form nur aus kleinen Vertiefungen auf der Oberfläche gewisser Häute, und gleichen dann sehr kleinen Grübchen als Säckchen: man nennt sie in diesem Falle Hohldrüsen (Crypten), und viele von ihnen sieht man auf der Oberfläche der Schleimhäute. Wenn sich diese Höhlen noch mehr vertiefen und sich ihre Oeffnungen so verengen, wie der Hals einer Flasche, so nennt man sie eigentliche Drüsen. Bald sind die Balgdrüsen auf der Oberfläche der Häute zerstreut, münden, jedes für sich besonders, in einer deutlichen Oeffnung aus und werden mit dem Namen einfache Balgdrüsen bezeichnet: die Schleimhaut des Speisekanals hat uns bereits solche Beispiele geliefert; bald sind sie so aufeinander gehäuft, daß sie eine mehr oder weniger große Masse bilden, wobei jedoch jedes einzelne seine besondere Oeffnung beibehält; dies sind die aggregirten Drüsen (z. B. die Meibomschen Drüsen, welche um den Rand der Augenlieder herum stehen, die Magendrüsen einiger Säugethiere ꝛc.); bald gruppiren sie sich zwar auf die nämliche Weise, vereinigen sich aber noch inniger miteinander, so daß sie nur mittelst weniger Oeffnungen oder sogar nur einer einzigen ausmünden; es ist dies ein Bau, welche die von den Anatomen mit dem Namen agglomerirte Drüsen bezeichnete Organe charakterisirt und uns in den zu jeder Seite des Afters liegenden Mandeln entgegentreten. Endlich gibt es noch Fälle, wo diese Absonderungsorgane, anstatt sich fast unmittelbar nach außen zu öffnen, sich nur durch einen sehr verlängerten Hals nach außen münden, so daß sie einer Röhre gleichen, die in einem Fläschchen auslauft, und auch dann noch können sie entweder isolirt bleiben oder sich zu einer Traube aneinander reihen vermittelst gemeinsamer Absonderungskanäle, welche sich ihrerseits allmälig zu einem einzigen Kanale vereinigen und Wurzeln gleichen, die von einem einzigen Stamme ausgehen und am Ende ihrer letzten Verzweigungen eine kleine Gefäßanschwellung tragen (Fig. 50).

Einfach und einzelnstehend kommen diese Absonderungsorgane unter der Haut gewisser Fische vor,

* Diese Wasseranhäufungen nehmen verschiedene Benennungen an, je nach den Theilen, welche ihren Sitz bilden; Wassersucht nennt man insbesondere die Wasserergießungen im Unterleibe; man nennt sie Brustwassersucht, wenn sie sich in dem Brustfelle (d. h. in der Haut, in welche die Lungen eingehüllt sind) bilden; Herzwassersucht, wenn sie in dem Pericardium stattfinden; Hirnwassersucht, wenn sie sich in den das Gehirn einschließenden Häuten bilden, und Hautwassersucht, wenn sie sich in dem Zellgewebe der verschiedenen Theile des Körpers zeigen.

und scheinen unter dieser Form auch die Schweißdrüsen zu bilden, welche unter der Haut des Menschen liegen; sind sie um einen gemeinsamen, verzweigten Absonderungskanal (Fig. 50) herum gruppirt,

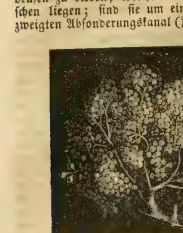


Fig. 50. Der innere Bau einer zusammengesetzten Drüse (die Ohrspeicheldrüse, parotis).

so bilden sie die meißen, von den Anatomen mit dem Namen conglomerirte Drüsen bezeichneten zusammengesetzten Drüsen; es sind dies z. B. die Speicheldrüsen und die Leber der Säugethiere.

* §. 156. Die Sekretionsorgane, welche eine Röhrenform annehmen, zeigen in ihrem Baue gleichfalls Differenzen, die den vorhin erwähnten ähnlich sind. Diese Röhren, deren Längen variiren und deren eines Ende gewöhnlich verschlossen ist, während das andere offen bleibt und zum Austritt der ausgeschiedenen Flüssigkeit dient, sind bald einfach und vollkommen isolirt, und öffnen sich direkt nach außen, wie man es bei den Drüsen, welche die Bestimmung haben, die Haut gewisser Fische schlüpfrig zu machen, und bei den Speichelgefäßen gewisser niedern Thiere sehen kann; bald sind sie unter sich zu einer Masse vereinigt, ohne jedoch aufzuhören, vollständig unabhängig von einander zu sein; ein Bau, welchen man an den Forstlögen gewisser Fische beobachtet, das Pancreas zu erlegen scheinen; ein anderes Mal münden diese ebensowohl aggregirten als einfachen Röhren, die aber kurz sind und parallel aneinander gedrängt liegen, in eine zell- oder kanalförmige gemeinschaftliche Höhle ein, wie man dieses bei den Magendrüsen mehrerer Vögel sehen kann; endlich noch gibt es Fälle, wo diese Röhren (Fig. 51) außerordentlich lang werden, ohne ihren Rauminhalt zu verändern, sich nicht untereinander legen und in einem in seinem Ursprunge wenig oder gar nicht verzweigten Absonderungskanale zu Ende laufen, so daß sie dadurch einer conglomerirten Drüse, wie z. B. den Nieren und einigen andern, für die thierische Oekonomie äußerst wichtigen Organen, die Entstehung geben. Auch ist zu bemerken, daß außerdem mehrere zusammengesetzte Drüsen noch mit einer Art Reservoir versehen sind, der im Sekretionskanale liegt und zur Ansammlung der Sekretionsflüssigkeit bestimmt ist. Die Gallenblase, deren zu erwähnen wir bereits Gelegenheit hatten (Fig. 24), und die Harnblase (Fig. 52) sind solche Behälter.

Fig. 51. Der innere Bau der Nieren. *

§. 157. Noch mehr aber variiren die unvollkommenen Drüsen hinsichtlich ihres Baues. Die einen bestehen aus kleinen vollkommen verschlossenen, bald isolirten, bald zu Massen gebäuften Zellen; die andern, zuweilen Gefäßganglien genannt, sind wesentlich aus Blut- oder lymphatischen Gefäßen zusammengesetzt, welche, nachdem sie sich in sehr dünne Aestchen getheilt haben, sich von Neuem vereinigen. Als Beispiele von den ersteren geben wir die Eierstöcke und die Fettzellen an, in welchen sich das Fett bildet; als Beispiele von den andern führen wir die Schilddrüse (glandula thyreoidea), ** die Brustdrüse oder Thymusdrüse (glandula thymus), ** die Milz (splen) (Fig. 24) und die Gekrösganglien (Fig. 26), von welchen bei der Absorption des Chylus die Rede war (§. 75).

Die Gefäßganglien scheinen zur Modifikation der in ihnen circulirenden Flüssigkeiten bestimmt zu sein; indessen weiß man nichts Positives über ihre Geschichte, daher werden wir uns hier auch nicht dabei aufhalten, und uns nur mit den eigentlichen Sekretionsorganen beschäftigen.

§. 158. **Natur des Absonderungsprozesses.** Diese Organe, deren Hauptformen wir vorhin angegeben haben, sind immer so gebaut, daß sie eine sehr ausgedehnte häutige Schichte bilden, deren äußere Fläche von der ernährenden Flüssigkeit *** benetzt ist, während die entgegengesetzte Fläche frei ist und gewöhnlich eine Höhle umschließt; die Sekretionsflüssigkeit sinkert aus dieser letzteren Fläche; die Stoffe, aus welchen diese Feuchtigkeit zusammengesetzt ist, werden aus dem Blute geschöpft; auch kann eine Drüse mit einem Filtrum verglichen werden, welches zwischen dem Blute und der Höhle gelegen, nur gewisse Stoffe hindurchläßt, und manchmal sogar die Eigenschaft besitzt, die chemische Natur der Substanzen umzuändern.

§. 159. Die Flüssigkeiten, welche sich aus dem Sekretionsprozesse, dessen Sitz in den Drüsen ist, ergeben, variiren bedeutend unter sich, und sind auch sehr vom Blute selbst und dem der Fibrine und der Blutkügelchen beraubten Serum verschieden. Diese Flüssigkeiten enthalten gewöhnlich in reichlichem Maße gewisse Stoffe, welche nur in außerordentlich kleinen Proportionen in der ernährenden Flüssigkeit vorhanden sind; manchmal findet man darin auch solche Substanzen, welche die Chemie noch nicht in dem Blute entdecken konnte, oder welche darin nur als Verbindungen neben den Prinzipien vorkommen, von welchen sie sich abscheiden, sobald sie in die Sekretion übergehen. Bald enthalten diese Flüssigkeiten freie Säuren, während das Blut, woraus sie entstehen, alkalisch ist; bald sind sie noch weit alkalischer als das Blut, und wiederum ein anderes Mal sind sie durch die

* *A* Senkrechter Schnitt einer Niere: *a* Rindensubstanz (substantia corticalis); *b* Röhrensubstanz (substantia tubulosa); *c* der Kelch (calix renalis) und das Becken (pelvis renalis); *d* der Harnleiter (ureter). *B* Der innere Bau dieser Drüse: *a* Ende der Harnröhre; *b* der mittlere Theil dieser Röhren; *c* der im Kelche zu Ende laufende Theil.

* Diese ist eine weiche, eisörmige, zuweilen schwammige und dem Auskehen nach drüsenartige Masse, welche sich an dem vordern untern Theile des Halses vor der Luftröhre (Fig. 23) findet. Sie ist gewöhnlich in der Kindheit größer als im spätern Alter, und bei allen Säugethieren vorhanden, geht aber den Vögeln, den meisten Reptilien, den Fischen und den andern Thieren der unteren Klassen ab. Eine krankhafte Ausschwellung dieser Drüse veranlaßt die unter dem Namen Kröpfe bekannten Geschwülste.

** Die Brustdrüse ist eine drüsenförmige Masse, die in der Brust zwischen den beiden Platten des vordern Brustmittelfells (mediastinum anticum), d. h. der durch die Vereinigung der Brustfelle, welche das Herz einschließen, gebildete Scheidewand, eingeschlossen ist. Im Fötus ist sie sehr entwickelt; doch hat sie nach der Geburt vermindert sich ihr Volumen um ein Bedeutendes, und bei dem Erwachsenen ist sie sogar vollständig verschwunden.

*** Die sich in einer Drüse verbreitenden Blutgefäße verzweigen sich und die Gefäße oder Sekretionskanäle herum, aus welchen dieses Organ zusammengesetzt ist, stehen aber niemals in unmittelbarer Verbindung mit diesen unteren Höhlung, und mit Unrecht haben mehrere Anatomen geglaubt, daß sich die Wurzeln der Sekretionskanäle ohne Unterbrechung in den letzten Verzweigungen der Blutgefäße fortsetzen.

Gegenwart gewisser Stoffe bezeichnet, welche man nicht leicht sonst wo trifft, wie z. B. der Harnstoff, der Käsestoff, die Butter ꝛc.

§. 160. Ehemals war man der Meinung, daß die Drüsen das Vermögen besitzen, auf Kosten des Eiweißstoffs oder irgend eines andern in der ernährenden Flüssigkeit enthaltenen Stoffs, alle diejenigen Substanzen zu schaffen, welche, wie der Harnstoff, in gewissen Flüssigkeiten reichlich vorkommen und sich demnach im Blute selbst gewöhnlich nicht vorfinden. Gewisse Versuche aber, welche zu bezeichnen wir bereits Gelegenheit hatten, beweisen, daß die, die absondernden Flüssigkeiten bildenden Stoffe in den meisten Fällen (und wahrscheinlich immer) schon ganz gebildet im Blute enthalten sind, jedoch nur in allzu kleinen Mengen, als daß ihre Gegenwart durch die Mittel der chemischen Analyse bewiesen werden könnte.

Der durch die Nieren abgesonderte Harn enthält bei dem Menschen, dem Hunde und den meisten andern Säugethieren eine beträchtliche Menge Harnstoff, und dennoch entdeckt man in den gewöhnlichen Umständen in dem Blute keine Spur dieser Substanz; wenn die Nieren, worin sich der Harn bildet, der Sitz der Produktion des Harnstoffs wären, so ist es augenscheinlich, daß sich nach der Zerstörung dieser Organe diese Substanz nicht mehr in dem thierischen Leibe zeigen würde; allein die Sache verhält sich ganz anders: bald nach dieser Operation entdeckt man sie in dem Blute, und nach einiger Zeit zeigt sie sich darin in ziemlich bedeutender Menge. Es ist also evident, daß die Nieren den Harnstoff nicht erzeugen, sondern denselben nur von der ernährenden Flüssigkeit in dem Maße absondern, als er darin erscheint, und daß, wenn man seine Existenz in dem Blute nach Unterbrechung der Sekretion der Nieren leicht nachweisen kann, es nur darum möglich ist, weil er in diesem Fall nicht mehr von den Nieren weggenommen, wohl aber jetzt im Blute angehäuft wird.

§. 161. **Beschaffenheit der Sekretionsflüssigkeiten.** Die durch die verschiedenen Sekretionsapparate erzeugten Flüssigkeiten sind unter sich bedeutend verschieden, doch hat man zwischen diesen Differenzen und der Struktur der Drüsen noch keine Beziehung entdecken können. Es kommt sogar manchmal vor, daß sich die Natur einer Sekretion verändert, ohne daß man irgend eine bemerkenswerthe Modifikation in dem Organe, das der Sitz davon ist, wahrnehmen könnte. Auch geschieht es manchmal, daß sich auf eine abnorme Weise wirkliche Sekretionen in solchen Theilen bilden, welche gewöhnlich keine Spur davon zeigen; die Eiterbildung, welche so häufig die Entzündungen begleitet, ist eine Erscheinung dieser Art.

Was die Natur des Sekretionsprozesses selbst betrifft, so weiß man nichts Positives darüber; es scheint bloß, daß die Thätigkeit des Nervensystems einen großen Einfluß auf diese Erscheinung ausübe. Die in dem Körper des Menschen und den meisten Thieren abgesonderten Flüssigkeiten sind außerordentlich zahlreich und sehr verschiedenartig; die einen sind dazu bestimmt, in dem Körper zu bleiben und darin eine mehr oder weniger wichtige Anwendung zu finden, wie z. B. die Feuchtigkeiten des Auges, der Magensaft, der Speichel ꝛc.; andere werden unmittelbar nach außen gestoßen, und unter diesen letztern gibt es wiederum solche, welche die Bestimmung zu haben scheinen, die der thierischen Oekonomie unnützen oder schädlichen Stoffe zu entfernen; man bezeichnet sie mit dem Namen Exkretionen, und die wichtigste unter ihnen ist die Urinabsonderung, deren Betrachtung uns jetzt beschäftigen soll.

§. 162. **Harnabsonderung.** Diese Funktion hat ihren Sitz in den Nieren, welche aus zwei voluminösen, im Unterleibe zu jeder Seite der Wirbelsäule liegenden und fast immer von vielem Fett umgebenen Drüsen bestehen, eine rothbraune Farbe und die Form einer Bohne (Fig. 52) haben. Im Wesentlichen ist ihre Substanz aus äußerst engen und langen Röhren zusammengesetzt, welche bei den Säugethieren nach allen Richtungen ihrem freien Ende (a) zu abgerundet sind (Fig. 51), und alsdann in gerader Linie gegen die Mitte des innern Randes der Drüse hin verlaufen, so daß sie eine gewisse Zahl pyramidaler Gefäßbündel (b) bilden, deren Spitze in einer häutigen Höhle, dem Nierenkelch (calix renalis) (c) steckt, und deren auswärts gekehrte Basis abgerundet und durch den dichteren Theil dieser Kanäle, d. h. durch diejenige Portion bedeckt ist, welche Rindensubstanz (substantia corticalis) der Nieren genannt wird, zum Unterschied von der sogenannten Röhren- oder Mittelsubstanz (substantia medullaris), die aus den Gefäßbündeln selbst besteht. Im zarten Alter und bei einigen Säugethieren, z. B. dem Bären und dem Fischotter, bleiben diese Pyramiden immer deutlich von einander unterschieden, und jede Niere setzt sich alsdann aus mehreren getrennten Lappen zusammen; aber in der Regel verwachsen sie frühzeitig innig unter einander, und die Kelche, welche nichts Anderes als gemeinschaftliche Ausführungskanäle sind, vereinigen sich wiederum mit einander zur Bildung eines kleinen häutigen Sackes, des sogenannten Nierenbeckens (pelvis renalis) (Fig. 51, A). Eine Menge Capillargefäße verzweigen sich zwischen diesen Röhren und bilden in der Rindensubstanz ein sehr enges Gewebe, in dessen Mitte man eine große Anzahl kleiner, aus sehr nahe aneinander liegenden Blutgefäßen gebildeter sphärischer Körper bemerkt.

Fig. 52. Der Harnapparat.*

Der Urin oder Harn (urina) bildet sich in der Rindensubstanz der Nieren. Diese Flüssigkeit fließt in den, aus der Röhrensubstanz gebildeten Kanälen und in den Kelchen bis zum Becken hinab, und geht von da in die Blase, indem sie eine lange häutige Röhre von der Dicke einer Schreibfeder durchströmt, welche vom Becken aus in schiefer Richtung nach der Blase hinläuft und Harnleiter (ureter) genannt wird (Fig. 51, b). Die Harnblase (vesica urinaria) ist ein kegelförmiger häutiger Beutel, welcher als Reservoir für den Urin dient, und in dem untern Theile des Bauches, hinter dem vordern Theile des Beckens — dem Schambeinbogen (Fig. 3) liegt. Sie ist aus einer mit Fleischfasern umgebenen Schleimhaut gebildet und setzt sich von innen in einem engen Kanale fort, welcher nach außen mündet und Harnröhre (urethra) heißt.

§. 163. Der Harn ist eine gelbliche und saure Flüssigkeit, zusammengesetzt im Normalzustand bei dem Menschen aus ungefähr $^{93}/_{100}$ Wasser, $^{3}/_{100}$ Harnstoff, $^{1}/_{1000}$ Harnsäure und eine kleine Menge Milchsäure und verschiedene Salze, z. B. Chlornatrium, phosphorsaurer Kalk ꝛc.

Bei den meisten fleischfressenden Säugethieren ist seine chemische Zusammensetzung, wenn man von der Harnsäure absieht, beinahe dieselbe wie beim Menschen; bei den meisten Pflanzenfressern aber findet man darin eine besondere Substanz — die Hippursäure; bei den Vögeln, sowie bei den meisten Reptilien (bei den Eidechsen, den Schlangen ꝛc.) enthält er eigentlich nur Harnsäure; endlich findet man darin bei den Schildkröten und den Fröschen Harnstoff und Eiweißstoff. Seine Zusammensetzung scheint bei den Fischen fast die nämliche zu sein, bei den Insekten aber findet man Harnsäure. Während gewisser Krankheiten

* a die Nieren; b die Harnleiter; c die Harnblase (vesica urinaria); d die Harnröhre.

verändert sich seine Zusammensetzung bei dem Menschen.

§. 164. Die Schnelligkeit, womit die in den Magen eingeführten Getränke in die Blase übergehen und durch die Urinwege nach außen gestoßen werden, ist außerordentlich. Diese Bemerkung kann Jedermann machen; die Erfahrungen an lebenden Thieren beweisen es gleichfalls. Aber dessen ungeachtet existirt keine direkte Verbindung zwischen den beiden ebengenannten Organen, auch können die Flüssigkeiten von dem Magen in die Harnblase nur dann gelangen, nachdem sie absorbirt, mit der Blutmasse vermischt, sodann in die Nierensubstanz gebracht und durch den Sekretionsprozeß, der diesen Drüsen innohnt, ausgeschieden worden sind. Führt man in den Strom der Circulation (sei es durch Einspritzen oder durch Absorption) gewisse leicht zu erkennende Stoffe (z. B. Rhabarber, Indigo, Grapp, Gummigutt oder gelbes Cyaneisenkalium) ein, so sieht man sie bald mit Urin ausgestoßen, und wie bereits gesagt, so nehmen auch die Nieren aus dem Blute die verschiedenen Theile, welche diese Flüssigkeit zusammensetzen.

§. 165. Uebrigens haben verschiedene Umstände einen Einfluß auf die Thätigkeit dieser Funktion und können ebensowohl die Masse der auf dem Urinwege ausgestoßener Flüssigkeiten, als auch die Menge der festen Stoffe modifiziren, die von dem Blute durch die Nieren abgesondert worden und in dem wässerigen Theile des Urins aufgelöst sind.

Die Menge des durch die Sekretion ausgestoßenen Wassers hängt größtentheils von der Menge der in dem Magen aufgenommenen Getränke ab.

Das in Folge der Absorption in die Blutmasse eingeführte Wasser scheidet sich mehr oder weniger schnell davon ab, wodurch sich nach einer gewissen Zeit das Gleichgewicht in der thierischen Oekonomie herstellt, wie groß auch die von dem Magen aufgenommene Menge Getränke sein mag; diese Flüssigkeit entfernt sich somit auf zwei verschiedenen Wegen aus unserem Körper: 1) durch die Lungen- und Hautausdünstung, und 2) durch die Urinabsonderung. Diese beiden Funktionen nun ergänzen sich auf irgend eine Weise, und da sich die in Circulation befindliche Masse der Flüssigkeiten gleich bleibt, so bemerkt man, daß Alles, was die eine zu vermindern strebt, die andere vermehrt.

So sucht die auf den Körper einwirkende Wärme die Ausdünstung zu vermehren und vermindert folglich die Urinabsonderung; auch ist diese letztere Funktion im Winter thätiger als im Sommer, und wenn man eine beträchtliche Menge Getränke zu sich nimmt, so kann man ihre Ausführung auf dem einen oder dem andern Wege bestimmen, je nachdem man sich in Umstände versetzt, die entweder für die Ausdünstung oder für die Urinabsonderung günstig sind.

Die Menge der durch die Nieren abgesonderten festen und in dem wässerigen Theile des Harns aufgelösten Substanzen hängt größtentheils von dem Reichthum und der Natur der angewandten Nahrungsstoffe ab.

Es hat auch wirklich Chossat bewiesen, daß, wenn man sich mit den gleichen Speisen ernährt, und man bloß in der Menge derselben eine Veränderung eintreten läßt, die Absonderung des Urins und verschiedener anderer Prinzipien (welche kein durch die Nieren abgeschiedenes Wasser sind), sich in demselben Verhältniß ändert. Sie vermindert sich in dem Maße, als man der Nahrung entbehrt, und vermehrt sich um so beträchtlicher, je mehr man Nahrung zu sich nimmt, vorausgesetzt jedoch, daß diese Menge nicht größer ist, als daß sie verdaut werden könnte.

Auch ist erwiesen, daß die Sekretion dieser Stoffe in dem Maße zunimmt, als man sich mit solchen Substanzen ernährt, die aus dem animalischen Reich genommen, d. h. welche eine beträchtliche Menge Stickstoff enthalten. Uebrigens übt auch der Zustand der thierischen Oekonomie einen großen Einfluß auf die Resultate der Urinabsonderung aus; Alles, was sonderung zu verzögern; aber man hat auch gefunden, daß sie sich auch dann noch ohne Unterbrechung fortsetzt, wenn das Thier schon seit langer Zeit einem gänzlichen Mangel an Nahrung ausgesetzt ist.

§. 166. Der Darn läßt manchmal im Innern der Darnwege verschiedene in ihm aufgelöste Substanzen sich ablagern; diese festen Bodensätze bilden das, was man Harngries und Blasenstein nennt.

Der Harngries wird fast immer aus der Harnsäure gebildet und hängt von der allzu reichlichen Absonderung dieses Stoffes ab. Zu der Regel bildet sich dieser Niederschlag in den Nieren und wird durch den Urin mit fortgerissen.

Die Harnsteine oder Blasensteine sind voluminöse Konkretionen und bilden sich auch zuweilen in den Nieren, entstehen aber in der Regel in der Harnblase, wo sie sich durch allmälige Hinzufügung einer neuen Menge des aus dem Urin niedergesetzten Stoffes vergrößern.

Von der Assimilation und der Zerlegung des Nahrungsstoffes.

§. 167. **Die Assimilation.** Bei der Betrachtung der verschiedenen Funktionen, deren Geschichte uns vorhin beschäftigte, bemerken wir, daß die Thiere unaufhörlich in das Innere ihres Körpers verschiedenartige, zur Bildung ihrer Organe bestimmte Stoffe von der Außenwelt aufnehmen. Dieser Uebergang von außen nach innen geschieht durch die, verschiedenen Punkten der Körperoberfläche innwohnenden Absorption, und da diese Oberfläche fast ausschließlich durch die Haut, durch die Wände der Respirationshöhlen und des Nahrungskanals gebildet ist, so geht daraus hervor, daß die fremdartigen Stoffe auf diesem dreifachen Wege in die thierische Oekonomie eindringen.

Dieses haben wir auch wirklich gesehen; allein wir wissen auch, daß die Haut, wenn sie durch die Epidermis bedeckt ist, nur sehr schwierig die sie benetzenden Flüssigkeiten absorbirt, während die Absorption durch die Lungen und durch den Speisekanal weit schneller vor sich geht; auch nimmt die Oberfläche des Körpers an der Absorption nur schwachen Antheil; es werden fast ausschließlich durch die zur Verdauung und Respiration gehörigen Höhlungen die zur Befriedigung der Bedürfnisse des Thieres bestimmten Moleküle eingeführt.

Wir haben ferner gesagt, daß die Absorption wohl nur alsdann stattfinden kann, wenn die Substanzen in flüssigem Zustande sind; wenn daher das Thier die zu seiner Existenz nöthigen Stoffe nicht in dieser Form findet, so muß es dieselben erst unter dieselbe bringen, und damit dieses geschehen könne, so hat die Natur das Thier mit dem Vermögen begabt, die festen Nahrungsstoffe, wovon es sich theilweise ernährt, zu verdauen.

Da die Stoffe, welche die Thiere von der Außenwelt aufnehmen, dazu bestimmt sind, diejenigen Theile zu werden, aus denen sich die Organe bilden, so ist es klar, daß sie alle Elementarstoffe enthalten müssen, woraus diese Organe selbst zusammengesetzt sind. Nun haben wir gesehen, daß die Substanzen, welch gleichsam die Materialien der Organisation bilden, wesentlich aus Kohlenstoff, Stickstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehen; es geht daraus hervor, daß sich die Thiere auch der nämlichen Stoffe bemächtigen müssen.

Einen Theil des Sauerstoffs nehmen die Thiere aus der Atmosphäre, und ihre Absorption bildet eine

der Haupterscheinungen in der Respiration. Gleichzeitig damit wird Wasserstoff, in Verbindung mit einer neuen Menge Sauerstoff, unter der Form von Wasser in die thierische Oekonomie eingeführt; er dringt ebensowohl durch die Lungen- oder Hautoberfläche, als durch den Speisekanal ein.

Diese Grundstoffe haben, um absorbirt zu werden, keine Vorbereitung nöthig; daher mischen sie sich unmittelbar mit den ernährenden Flüssigkeiten; der Kohlenstoff und der größte Theil des absorbirten Stickstoffs verhalten sich aber hierin ganz anders; diese Elemente sind erst dann geeignet, für die Bedürfnisse der Ernährung zu dienen, wenn sie schon unter dem Einflusse des Lebens mit einander verbunden worden sind und organische oder organisirte Combinationen bilden. Daher auch das Bedürfniß der aus irgend einem Thiere oder einer Pflanze geschöpften Nahrungsstoffe, und daher auch die Nothwendigkeit des Verdauungsprozesses; denn die in der Regel festen Nahrungsstoffe bedürfen erst einer Art Zubereitung, ehe sie absorbirt werden können, und die Verdauung geschieht erst in Folge dieser vorläufigen Arbeit.

Der dazu erforderliche Kohlenstoff, so wie der größte Theil des Stickstoffs, wird also in Verbindung mit dem Wasserstoff und Sauerstoff unter der Form von **Nahrungsmittel** durch den Speisekanal in den Thierleib eingeführt; eine andere Menge Sauerstoff und Wasserstoff wird als Wasser gleichfalls durch den Verdauungsapparat absorbirt; endlich treten durch die Vermittlung der Respirationsorgane freier Sauerstoff und Stickstoff und ein wenig Wasser (d. h. Sauerstoff und Wasserstoff) in die thierische Oekonomie ein.

§. 168. Diese ernährenden Elemente mischen sich bekanntlich mit dem Blute und werden dessen constituirende Momente. Diese, auf eine uns unbekannte Weise verarbeitete Flüssigkeit wird somit mit allen denjenigen Hauptzusammensetzungen bereichert, aus denen die Gewebe gebildet werden; und durch die Circulationsbewegung in die verschiedenen Theile des Körpers hinausgestoßen, gibt es jedem dieser Theile die zu seiner Erhaltung und Vergrößerung erforderlichen Stoffe. Diese neuen, zum Eintritt in die Bildung der lebenden Gewebe bestimmten Materialien sind schon ganz gebildet in dem ernährenden Fluidum vorhanden, von dem diese Gewebe durchströmt werden, oder erzeugen sich darin in Folge der Veränderungen, welche diese Theile selbst in einigen der im Blute enthaltenen Substanzen veranlassen; endlich wählt das lebende Gewebe auf irgend eine Art aus dieser Flüssigkeit diejenigen Moleküle, die eine Aehnlichkeit mit denjenigen haben, aus denen es bereits selbst gebildet ist, hält sie in ihrem Laufe auf, eignet sich dieselben an und theilt ihnen die Lebenskraft mit, womit sie selbst begabt ist. **Diese Ablagerung neuer Moleküle im Innern der Substanz der lebenden Theile, ihre Anordnung in einem organisirten Gewebe und die Ertheilung der Eigenschaft, die dem Leben angehören, bilden die Erscheinung der Assimilation.**

Ueber die Art und Weise, wie diese Assimilation vor sich geht, weiß man nichts Positives; selbst das weiß man nicht, wie die ernährenden Stoffe sich aus dem Innern der Blutadern entfernen, um sich in der Substanz benachbarter Gewebe zu fixiren. Wahrscheinlich ist es das mit Faserstoff erfüllte Serum, welches allein und durch Imbibition der Capillargefäße in das Innere der in ihrer Umgebung liegenden festen Theile übergeht, und welche nach Ablagerung eines Theiles seiner constituirenden Elemente von den lymphatischen Gefäßen wieder aufgenommen und in diesen Kanälen unter der Form von Lymphe in das Centrum des Circulationsapparates geführt wird, wo es wieder dem Blute, aus dem es genommen worden, zurückgegeben wird.

Aber warum nimmt dieses oder jenes wesentlich aus der Fibrine gebildete Gewebe nur Fibrin aus dieser ernährenden Flüssigkeit, während dieses oder jenes andere, hauptsächlich aus Eiweißstoff zusammengesetzte Gewebe darin besonders Eiweißstoff schöpft? Oder warum zieht irgend ein anderes, das Kalksalze als bildende Theile enthält, neue Quantitäten dieser nämlichen Salze aus? Warum sind die auf diese Art abgelagerten Moleküle immer so angeordnet, daß sie in jedem Theile der thierischen Oekonomie ein Gewebe mit einer bestimmten Textur bilden, und in ihrer Gesammtheit constante Formen annehmen? Warum endlich haben sie Theil an dem Leben der schon zuvor belebten Moleküle, womit sie sich vereinigen? Dies sind Fragen, welche unmöglich zu beantworten sind, und deren Auflösung auch nicht wohl zu hoffen ist; denn alle diese Erscheinungen haben das Aussehen, als berührten sie allzunahe das Wesen des Lebensprinzipes, als daß sie von uns erforscht werden könnten. Nur dies ist zu bemerken, daß bei denjenigen Thieren, die mit einem entwickelten Nervensystem versehen sind, dieser Apparat einen bedeutenden Einfluß auf alle Erscheinungen der Ernährung auszuüben scheint.

§. 169. Wie dem auch sein mag, dies ist immerhin wahr, daß der Assimilationsprozeß in den ersten Lebensjahren am wirksamsten ist; und in dieser Lebensperiode besonders nimmt auch das Totalvolumen des Körpers rasch zu. Es ist auch in der That das Wachsthum ein allen lebenden Wesen gemeinsames charakteristisches Merkmal; diese Bewegung, nachdem sie eine Zeitlang gedauert hat, verzögert sich oder hält ganz inne. Es scheint, daß diese Periode des Wachsthums bei den niedern Thieren weit länger ist, als bei den, in der Thierreihe höher stehenden. Unter den ersteren gibt es einige, die während ihres ganzen Lebens im Wachsthume begriffen sind, während die letzteren in der Regel vollkommen entwickelt sind, ehe sie den dritten oder gar den vierten Theil ihres Lebens durchlaufen haben.

§. 170. Die Assimilationskraft bestimmt nicht bloß die Ablagerung neuer organisirter Moleküle mitten in die schon einen lebenden Theil bildenden Moleküle; sie kann sogar noch wirksamer werden und die Bildung neuer Theile herbeiführen. In der That, die meisten Thiere besitzen das Vermögen, bis zu einem gewissen Punkt Verrümmelungen oder Verletzungen wieder zu heilen, und man erhält dieses Resultat durch einen der gewöhnlichen Ernährung analogen Vorgang. So ist z. B. der Fall, daß im Menschenleib ein neuer Theil der Haut eine vernarbende Wunde wieder bedeckt, und daß sich in Folge eines Beinbruchs ein neues Knochengewebe entwickelt, um den leeren Raum zwischen den Bruchstücken des zerbrochenen Knochens wieder auszufüllen und diese Stücke zu vereinigen. Bei den niedern Thieren geht diese wiedererzeugende Kraft noch weiter: Jedermann weiß es, daß, wenn der Schwanz einer Eidechse abgerissen wird, dieses complizirt gebaute Organ bald wieder nachwächst; auch ist es constatirt, daß sich bei den Spinnen und den Krabben ein neuer Fuß aus dem Stümmel eines zerbrochenen heraus entwickelt. Gewisse, an den Salamandern und Wassereidechsen gemachte Experimente haben uns zu noch überraschenderen Resultaten, z. B. zur Reproduktion eines ganzen Auges oder eines großen Kopftheils geführt; die Erdwürmer und viele andere Anneliden können auf diese Weise den größten Theil ihres Körpers wieder erzeugen; und bei den Armpolypen (Fig. 2) kann sich irgend ein Bruchstück des Körpers zu einem vollständigen Ganzen bilden und ein vollkommenes Thier seiner Art werden.

§. 171. Uebrigens können verschiedene Umstände, zu deren näherer Untersuchung uns hier keine Zeit gegeben ist, den Gang des Assimilationsprozesses modifiziren, ihn lebhafter machen, verzögern oder seine

Richtung verändern. So bemerkt man, daß die Ernährung bei gewissen Krankheiten fast ganz stille steht, und wiederum bei andern gewisse Gewebe ihre Natur verändern. Ferner ist zu bemerken, daß die Assimilation nicht bei allen Körpertheilen gleich rasch vor sich geht; um sich davon zu überzeugen, hat man weiter nichts nöthig, als die durch das vorgerückte Alter oft herbeigeführten Formveränderungen zu beobachten; denn diese letzteren hängen hauptsächlich davon ab, daß gewisse Theile schneller wachsen, als andere. So vergrößern sich z. B. von der Geburt an bis zu dem Alter, wo der Mensch erwachsen ist, die Extremitäten weit schneller, als der Stamm, woraus folgt, daß dieser ein um so wenig beträchtlicher Theil des Ganzen ist, als er noch fortfährt zu wachsen.

§. 172. **Exkretion oder Ausscheidung.** Während die lebenden Theile sich auf diese Weise neue Molekülе aneignen und dieselben ihrer Substanz einverleiben, geht in denselben Theilen eine Zerlegung vor sich, die ein umgekehrtes Resultat, d. h. die Abfonderung eines Theils der, die organisirten Gewebe constituirenden Molekülе, und ihr Ausstoßen nach außen herbeiführen. Eine Menge Versuche und Beobachtungen beweisen das Vorhandensein dieser innern Bewegung, welche unsern Sinnen entgeht. Was ihren Mechanismus betrifft, so ist er uns ganz und gar unbekannt, daher werden wir hier blos die Bemerkung anfügen, daß uns einige Thatsachen glauben lassen, als werden unter dem Einflusse der Berührung des durch die Respiration eingeathmeten Sauerstoffs die organisirten Stoffe, aus welchen sich die lebenden Gewebe zusammensetzen, nach und nach zerstört und in Kohlensäure, Wasser und in irgend ein sehr stickstoffreiches Produkt, wie z. B. der Harnstoff und die Harnsäure, umgebildet.

Unter diesen drei Formen stoßen auch wirklich die Thiere fast alle diejenigen Stoffe aus, deren sich ihr Körper zu entledigen sucht. Die Kohlensäure entweicht fast ganz durch die Respirationsorgane; ein Theil des Wassers wird durch die Lungenoberfläche und die Haut in der Form einer unmerklichen Ausdünstung entfernt; der Harnstoff endlich und solche Substanzen, die ihn ersetzen, treten mit einer andern Menge Wassers vermittelst der Harnwege aus.

Was den Koth betrifft, so besteht er fast ganz aus den durch die Verdauung übrig gelassenen Speiseüberresten, welche mit einem Theile der Speichelsekretion gemischt sind, und dürfen daher ja nicht mit den Exkrementen des Ernährungsprozesses verwechselt werden.

Während der Einwirkung des arteriellen Blutes auf die Gewebe erleiden diese wahrscheinlich die Molekularzerlegung, welche die Elimination eines Theiles ihrer Substanz zum Resultat haben; auch ist es wahrscheinlich, daß einer der Produkte dieser Reaktion die Kohlensäure ist, welche im Blute aufgelöst, diese Flüssigkeit in Venenblut umwandelt, und alsdann auf der Oberfläche der Respirationsorgane ausdünstet. So ist das Blut das Vehikel, mit dessen Beihülfe die andern Produkte des Eliminationsprozesses bis zu denjenigen Organen geführt werden, welche die Bestimmung haben, sie auszustoßen; unter diesen Organen stehen die Lungen und die Nieren oben an, auf welche dann die Haut, die Leber und im Allgemeinen die Schleimhäute folgen, welche durch ihre Oberfläche beständig Wasser, das einige Salze und ein wenig thierischen Stoff enthält, hindurchsickern lassen.

In der Jugend ist die Bewegung der Zerlegung weit weniger lebhaft, als die der Assimilation; im erwachsenen Alter aber halten sich diese beiden Bewegungen gegenseitig so das Gleichgewicht, daß, ungeachtet der thätigen Absorption der fremden Substanzen im Respirations- und Verdauungsapparate, das Gewicht des Körpers sich gewöhnlich gleich bleibt. Und dieses muß auch so sein; denn wenn man sich eine genaue Rechenschaft von Allem gibt, was als Luft oder Getränke, oder überhaupt als Speisen in den Körper eintritt, so wird man finden, daß die ganze, von dem Körper aufgenommene Menge an Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff genau durch die Menge dieser nämlichen, aber als Kohlensäure, Wasser, Harnstoffe ꝛc. ausgeflossenen Stoffe repräsentirt werden.

§. 173. Man glaube ja nicht, daß alle absorbirte Nahrungsstoffe auch wirklich zur Assimilation verbraucht werden, und daß alle ausgeschiedene Stoffe von der Zerlegung herrühren; eine gewisse Quantität von jenen geht gleichsam nur durch den Körper hindurch und entweicht nach außen, ohne zu etwas gedient zu haben; ein anderer Theil der aufgenommenen Stoffe wird, ungeachtet er im Körper bleibt, nicht zur Ernährung der lebenden Gewebe, sondern zur Produktion der in den verschiedenen Theilen der Oekonomie ausgeschiedenen flüssigkeiten verwendet. Wenn diese ernährenden Stoffe über die augenblicklichen Bedürfnisse bedeutend hinausgehen, so legt die Natur einen Theil davon in die Reserve, um später verwendet werden zu können; denn eine solche Anwendung findet z. B. das Fett, * welches sich in manchen Umständen in so großer Quantität an gewissen Körpertheilen anlegt und allmälig verschwindet, wenn die Ernährung nicht mehr hinlänglich reichlich ist.

Dies sind nun die Hauptpunkte in der Geschichte der Ernährungsfunktionen, und wir würden jetzt zur Betrachtung der Funktionen des thierischen Lebens übergehen, hätten wir nicht auch einige Worte über eine sehr wichtige Erscheinung zu sagen, welche sich sehr enge an die Ernährung zu knüpfen scheint: diese Erscheinung ist nämlich die Wärmeerzeugung.

Von der thierischen Wärme.

§. 174. Das Vermögen, Wärme zu erzeugen, scheint allen Thieren anzugehören; aber die meisten entwickeln so wenig Wärmestoff, daß er durch unsere gewöhnlichen Thermometer nicht angezeigt werden kann, während er sich bei andern in solch großer Menge erzeugt, daß man nicht erst physikalischer Instrumente nöthig hat, um sein Vorhandensein zu be-

* Das Fett setzt sich in dem Zellgewebe nieder und besteht wesentlich aus zwei besondern Stoffen, dem Elain und Stearin, wovon der eine flüssig und der andere bei der gewöhnlichen Temperatur fest ist; die Mischungsverhältnisse dieser beiden Substanzen variiren beträchtlich, je nach den verschiedenen Thieren, und es gehen daraus entsprechende Differenzen in der Konsistenz ihres Fettes hervor. Die Hauptanwendungen dieses Stoffes sind in der Regel ganz mechanisch; es dient, wie ein elastisches Polster, zum Schutze der Organe, welche von ihm umgeben sind, man sieht aus in der Augenhöhle, wo das Aug auf einer dichten Fettschichte ruht; ferner an der Fußsohle, wo sich ebenfalls eine beträchtliche Menge findet, und so noch in manchen andern Körpertheilen, die einen starken Druck und häufigen Reibungen ausgesetzt sind. Auch kann das Fett wegen der Langsamkeit, womit es die Wärme durch sich hindurchläßt, viel zur Erhaltung der Wärme beitragen, welche im Innern unserer Körper sei: wird: endlich kann es auch als eine Art Reserve verschiedener, in gewissen Theilen des Körpers niedergelegter Nahrstoffe betrachtet werden, um zum Assimilationsprozesse alsdann dienen zu können, wenn das Thier nicht mehr in der Außenwelt diejenigen Stoffe finden kann, die zur Erhaltung seines Lebens nöthig sind; und in der That, wenn die fetten Personen eine Zeitlang ohne Nahrung bleiben, so wird ihr Fett allmälig aufgezehrt, und scheint zu ihrer Ernährung zu dienen; auch bemerkt man, daß die Winterschläfer, welche einen großen Theil der kalten Jahreszeit ohne Nahrung und in einen Zustand von lethargie versunken zubringen, den Beginn ihres Winterschlafes mit sehr überladen sind, und daßgegen sehr abgemagert aufstehen, wenn sie von diesem, mehrere Monate langen Schlaf erwachen. Das Fett setzt sich nicht gleich leicht in allen Theilen des Körpers ab; besonders reichlich findet es sich zwischen den Falten des Mesenteriums (dem Theile des Bauchfells, welcher die Gedärme einhüllt), um die Nieren herum und unter der Haut. Einen großen Einfluß auf seine Bildung hat die Ruhe; kleine Kinder sind in der Regel sehr fett, wenn sie aber anfangen, sich viele Bewegungen zu machen, so verschwindet ihr Fett nach und nach; und geht das Wachsen des Körpers rasch vor sich, so ist es ein seltener Fall, daß sich das Fett in beträchtlichen Quantitäten darin absetzt.

weisen. Um sich von dieser Verschiedenheit gehörig zu überzeugen, hat man bloß ein Kaninchen und einen Fisch von gleichem Volumen in zwei Kalorimeter zu bringen und sie mit Eis von der Temperatur 0 zu umgeben; die Menge dieses, in einer bestimmten Zeit geschmolzenen Körpers, wird der durch diese beiden Thiere entwickelten Wärmequantität proportional sein. In demjenigen Apparate nun, welches den Fisch enthält, ist die Menge des, z. B. in drei Stunden geschmolzenen Eises unmerklich, während man in demjenigen, welches das Kaninchen einschließt, nach Verfluß des nämlichen Zeitraums mehr als ein Pfund Wasser finden wird; um nun jene Menge Eis zu schmelzen, ist eben so viel Wärme nöthig, als zur Erwärmung von ungefähr $^3/_4$ Pfund Wasser von der Temperatur 0 bis zum Siedpunkt erforderlich sind; und diese Wärmemenge konnte bei diesem Versuche nur durch das dem Experimente unterworfene Thier entwickelt worden sein.

Diese ungeheure Differenz in dem Vermögen der Wärmeerzeugung verursacht entsprechende Differenzen in der Temperatur der verschiedenen Thiere. Ein Thermometer, welches zum Beispiel in den Körper eines Hundes oder eines Vogels gebracht wird, steigt immer bis zu 36 oder 40 Graden (Celsius), während es in dem Körper eines Frosches oder Fisches eine Temperatur anzeigt, die der Temperatur der Atmosphäre beinahe gleichkommt.

Man gibt den Namen *Thiere mit kaltem Blute* oder *kaltblütige Thiere* denjenigen Thieren, welche nicht genug Wärme erzeugen, um eine eigene und von den atmosphärischen Veränderungen unabhängige Temperatur haben zu können, und nennt *Thiere mit warmem Blute* diejenigen Thiere, welche mitten in den gewöhnlichen Veränderungen der Wärme und Kälte, denen sie ausgesetzt sind, dennoch eine fast immer constant bleibende Temperatur haben. Die Vögel und Säugethiere sind die einzigen Wesen, welche dieser letzteren Kategorie angehören; alle andere sind Thiere mit kaltem Blute, oder kaltblütig.

§. 175. Die Temperatur des Menschen und der meisten andern Säugethiere liegt in der Regel zwischen 36 und 40 Graden; die der Vögel steigt ungefähr bis auf 42 Grade.

Uebrigens variirt das Vermögen der Wärmeerzeugung bei den verschiedenen Thieren dieser beiden Klassen und ändert sich sogar in einem und demselben Individuum ab, je nach dem Alter und den verschiedenen Umständen, in welchen es sich befindet. So entwickeln z. B. die meisten Säugethiere und die Vögel Wärme genug, um im Sommer und Winter eine gleiche Temperatur beizubehalten, und um den gewöhnlichen Ursachen des Erfrierens und selbst einer sehr strengen Kälte widerstehen zu können. Dagegen gibt es andere, die nur so viele Wärme entwickeln, um sich zu einer Temperatur von 12 bis 15 Graden über die der Atmosphäre zu erheben; daraus folgt, daß während des Sommers ihre Temperatur der der warmblütigen Thiere beinahe gleichkommt, aber während der kalten Jahreszeit bedeutend herabsinkt. So oft nun diese Abnahme in der Temperatur eine gewisse Gränze erreicht hat, wird die Lebensbewegung immer langsamer, und das Thier fällt in einen Zustand von Erstarrung oder in einen lethargischen Schlaf, welcher so lange andauert, bis die Temperatur sich wieder erhebt.

Die Thiere, an welchen diese auffallende Erscheinung vor sich geht, werden *Winterschläfer* genannt, und stehen in dieser Hinsicht gleichsam in der Mitte zwischen den Thieren mit warmem Blute, die aber keinen Winterschlaf halten, und den kaltblütigen Thieren.

§. 176. Während der ersten Lebenszeit nähern sich die warmblütigen Thiere mehr oder weniger den Thieren mit kaltem Blute; sie entwickeln, wie diese letzteren, gewöhnlich nicht so viele Wärme, um sich in ihrer eigenen Temperatur zu erhalten, selbst wenn sie einer nicht sehr strengen Kälte ausgesetzt werden. Aber das Sinken der Temperatur, welches für die kaltblütigen Thiere ohne Nachtheil ist, wirkt auf die warmblütigen auf eine sehr verschiedene Weise ein; denn so oft dasselbe über einen gewissen Grad hinausgeht oder eine bestimmte Zeit lang dauert, so ist der Tod eine Folge davon. Hinsichtlich des Wärmeerzeugungsvermögens differiren die jungen kaltblütigen Thiere, welche mit offenen Augen zur Welt kommen, und sogleich nach ihrer Geburt laufen und sich ihre Nahrung suchen können, weit weniger von den erwachsenen, welche mit geschlossenen Augen geboren werden, oder von den Vögeln, welche bei ihrem Ausschlüpfen aus dem Ei noch nicht mit Federn bedeckt sind. Wenn man z. B. neugeborne Hunde oder Katzen eine Zeitlang von ihrer Mutter entfernt und sie der Luft, selbst im Sommer, aussetzt, so werden sie ein Opfer des Erfrierens.

Auch die Kinder entwickeln weit weniger Wärme in den ersten Tagen nach der Geburt, als in einer späteren Lebensperiode; ihre Temperatur sinkt sehr leicht herab, und der Einfluß der Kälte ist für sie sehr nachtheilig; es stirbt auch während des Winters ein weit größerer Theil von ihnen, als in den übrigen Jahreszeiten.

Die Ursache der Wärmeentwicklung in dem Körper der Thiere scheint von der Einwirkung abhängig zu sein, den das Arterienblut unter dem Einfluß des Nervensystems auf die Gewebe ausübt. Es herrscht in der That zwischen dem Wärmeerzeugungsvermögen, der Wirksamkeit der Nerven, dem Blutreichthum und der mehr oder weniger raschen Umbildung des Venenblutes in Arterienblut eine sehr auffallende Beziehung.

Es ist durch Versuche erwiesen, daß Alles, was die Wirksamkeit des Nervensystems bedeutend schwächt, auch die Wärmeerzeugung vermindert. Zerstört man z. B. das Gehirn oder das Rückenmark eines Hundes, und ahmt man durch künstliche Mittel den Mechanismus nach, mit dessen Hülfe sich die Luft in den Lungen erneuert, so unterhält man zwar das Leben des Thiers, die Wärmeentwicklung wird aber nichts desto weniger aufhören und der Körper muß so schnell erkalten, als ein in die nämlichen Umstände versetzter Cadaver. Lähmt man das Gehirn durch irgend ein energisches Gift, z. B. Opium, so bringt man noch den gleichen Effekt hervor, und diese verschiedenen Experimente haben außer Zweifel gesetzt, daß der Einfluß des Nervensystems auf den übrigen Leib eine von den zur Entwicklung der thierischen Wärme erforderlichen Bedingungen ist.

Auf der andern Seite scheint es, daß die Einwirkung des Blutes auf die Organe zur Aeußerung dieser Erscheinung ebenfalls unumgänglich nothwendig ist: denn immer hat die Hemmung der Circulation dieser Flüssigkeit in irgend einem Theile des Körpers ein Erkälten dieses Theiles zur Folge. Es herrscht bei den verschiedenen Thieren zwischen dem Vermögen der Wärmeerzeugung und ihrem Blutreichthum eine merkwürdige Beziehung: Die Vögel, die unter allen Thieren die höchste Temperatur zeigen, haben auch zugleich das an festen Theilen (gewöhnlich 14 bis 15 Theile in 100 Theilen Blut) reichste Blut; die Säugethiere, deren Temperatur etwas niedriger ist, haben auch ein etwas wässerigeres Blut; das Gewicht an Blutkügelchen und Fibrine geht hier gewöhnlich nicht über 12 Hundertheile des Totalgewichts des Blutes hinaus; bei den kaltblütigen Thieren endlich, z. B. bei den Fröschen und Fischen, findet man darin nicht mehr als 6 Hundertheile Blutkügelchen und Fibrine. Doch sind der Einfluß des Nervensystems und das mehr oder weniger reiche Blut nicht die einzigen Umstände, welche auf

die Wärmeerzeugung influiren; damit die ernährende Flüssigkeit auf den Organismus zur Aeußerung dieses Vermögens gehörig einwirken könne, so muß sie alle diejenigen Eigenschaften besitzen, die das arterielle Blut bezeichnen, und da sie dieselben nur durch die Respiration erhält, so sieht man, daß die Wärmeerzeugung auch von dieser letzteren Funktion abhängig sein muß. Alle Ursachen, welche die Umbildung des venösen Blutes in arterielles weniger vollständig und weniger schnell machen, suchen auch das Wärmeerzeugungsvermögen zu vermindern, und immer herrscht zwischen ihr und der Respirationsthätigkeit eine nahe Beziehung.

Die Bildung der Kohlensäure, deren Ausdünstung eine der merkwürdigsten Erscheinungen in der Respiration der Thiere ist, kann uns die Ursache von der Erzeugung des größten Theils der in diesen Wesen entwickelten Wärme erklären. Wenn der bei der Respiration absorbirte Sauerstoff zur Bildung dieses Gases durch seine Vereinigung mit dem, aus dem Blute oder den lebenden Geweben herrührenden Kohlenstoff, wie man zu glauben alle Ursache hat, verwendet wird, so muß diese Verbindung auch mit dem Freiwerden von Wärme begleitet sein und eine Aehnlichkeit mit dem Freiwerden der Wärme bei dem Verbrennen des Kohlenstoffes in der atmosphärischen Luft haben. Die Produktion der Kohlensäure scheint nun im Innern aller, durch den Ernährungsprozeß belebter Theile stattzufinden, und wenn diese Erscheinung wirklich die Hauptursache der thierischen Wärme ist, so muß sich folglich diese Wärme in allen Punkten der Oekonomie zugleich entwickeln, und sie hat auch in der That die Lungen nicht als ihren einzigen Herd, wie es einige Physiologen glauben, sondern sie wird in mehr oder weniger beträchtlicher Menge in allen lebenden Theilen frei.

Zahlreiche Versuche, die mit einer außerordentlichen Genauigkeit angestellt worden sind, beweisen, daß die Wärme, welche die Verbrennung des Kohlenstoffs, der in dem, von den warmblütigen Thieren ausgehauchten kohlensauren Gase enthalten ist, erzeugt, mehr als die Hälfte der in diesen Wesen freiwerdenden Wärme beträgt. Und gibt man zu, daß der absorbirte Sauerstoff, ohne durch die Kohlensäure ersetzt zu werden, sich im Innern des Körpers mit dem Wasserstoff zur Wasserbildung verbindet, so sieht man auch, daß die, durch diese Verbrennung und durch die schon erwähnte Kohlenverbrennung erzeugte Wärme oft $^{9}/_{10}$ von der, durch das Thier entwickelten ausmacht. Die Bewegung des Blutes und die Reibung der verschiedenen Körpertheile erzeugen sehr wahrscheinlich das, was noch dazu fehlt.

Wir sehen also, daß wahrscheinlich die Respiration die Hauptursache von der Produktion der thierischen Wärme ist, weil sie dem Blute den Sauerstoff liefert, welcher gleichsam zur Verbrennung eines Theils des in der Substanz der Gewebe enthaltenen Kohlenstoffs dient; aber wir sehen auch, daß diese Art von Verbrennung aller Wahrscheinlichkeit nach eine Folge des Ernährungsprozesses ist, welcher sich aus der Einwirkung des arteriellen Blutes auf die lebenden Gewebe ergibt und nur unter dem Einflusse des Nervensystems stattzufinden scheint.

Uebrigens wird diese wichtige Funktion nicht in allen Körpertheilen mit der gleichen Energie ausgeübt; in denjenigen Theilen, wo das Blut mit seiner größten Masse und Geschwindigkeit circulirt (und wo sich also das Leben in seiner höchsten Thätigkeit zeigt), wird auch am meisten Wärme frei; es geht daraus hervor, daß die von dem Herzen entferntesten Theile, bei übrigens gleichen Umständen, auch am wenigsten Wärme entwickeln, und folglich am leichtesten kalt werden. Man beobachtet dieses auch wirklich, denn die Temperatur unserer Extremitäten steht weniger hoch als die des Stammes, und wenn wir einer empfindlichen Kälte ausgesetzt sind, so erfarren diese Theile am bältdesten.

§. 178. Aus dem Vermögen der Wärmeentwicklung wird uns erklärlich, warum die warmblütigen Thiere sich in einer Temperatur erhalten können, die über die Temperatur der sie umgebenden Atmosphäre hinausgeht. Aber wie kommt es denn, daß diese Wesen auch dann noch dieselbe Temperatur beibehalten können, wenn sie in eine Luft gebracht werden, die wärmer als ihr Körper ist? So kann sich z. B. ein Mensch eine gewisse Zeitlang in einer trockenen Schwitzstube aufhalten, wo die Luft beinahe bis zum Siedpunkte erhitzt ist, ohne daß sich die Wärme seines Körpers merklich vermehrt, d. h. ohne daß sie um mehr als 2 oder 3 Grade zunimmt.

Das Vermögen, der Hitze widerstehen zu können, hängt von der Verdunstung des Wassers ab, welche an der Oberfläche der Haut oder in dem Respirationsapparate unaufhörlich stattfindet, und welche die Haut- und Lungenausdünstung bildet; denn um sich in Dampf umzubilden, beraubt das Wasser seine ganze Umgebung des Wärmestoffs und kühlt also den Körper in dem Maße ab, als dieser durch die äußere Wärme erwärmt wird. Dies ist der Grund, warum sich das Wasser, wenn man es in die porösen Gefäße — die sogenannten Alcarazas, * bringt, so schnell abkühlt, selbst mitten im Sommer. Die Wassermenge nun, welche auf diese Weise verdünstet, nimmt mit der Temperatur der Luft zu, wodurch uns erklärt wird, warum die Abkühlung um so stärker ist, als die Wärme der Atmosphäre selbst größer wird.

2. Von den Funktionen des animalen Lebens.

§. 179. Als wir die verschiedenen Vermögen aufzählten, womit die Thiere begabt sind, fanden wir, daß die einen ausschließlich dazu bestimmt sind, die Existenz dieser Wesen zu sichern, während die andern dazu dienen, ihnen die Umgebung erkennen zu lassen. Die ersteren bilden die Funktionen der Ernährung, die wir bereits betrachtet haben; die andern sind die Funktionen des animalischen oder höheren thierischen Lebens, mit welchen wir uns jetzt beschäftigen wollen.

§. 180. Untersucht man das, was an einem Thiere mit sehr einfachem Baue und mit den begränzteften Fähigkeiten vor sich geht, so bemerkt man zuerst, daß es sich bewegt, und daß die Bewegungen bestimmt sind und durch einen innern Grund geleitet werden. Unter diesen Bewegungen gibt es solche, die sich stets auf die eine und dieselbe Weise wiederholen, in welchen Umständen sich das Thier auch befinden mag, und welche durch das Thier keineswegs modifizirt werden können. Aber es gibt auch andere, die sich je nach den Bedürfnissen des Thieres abändern, und einer innern Macht unterthan sind, welche man mit dem Namen Willen bezeichnet.

Diese beiden Reihen von Erscheinungen bilden zwei der wichtigsten Funktionen des höheren thierischen Lebens, nämlich erstens die Zusammenziehbarkeit (Contraktilität), oder das Vermögen, freiwillige Bewegungen zu machen, und zweitens den Willen, von welchem wiederum das Vermögen abhängt, die Zusammenziehbarkeit zu erregen und deren Wirkungen zu variiren, um dadurch zu einem, von dem Thiere vorausgesehenen Resultate zu gelangen.

* Diese Gefäße lassen das Wasser, welches sie enthalten, hindurchsickern, und haben somit beständig eine feuchte Oberfläche, worauf eine schnelle Verdunstung stattfindet, welche die darin enthaltene Flüssigkeit abkühlt. Wenn man Aether auf die Haut gießt und darauf bläst, so empfindet man aus dem gleichen Grunde eine lebhafte Kälte.

Eine andere, allen belebten Wesen inwohnende und noch merkwürdigere Eigenschaft ist das Empfindungsvermögen (Sensibilität), oder das Vermögen, von der Außenwelt Eindrücke zu erhalten und dieselben zum Bewußtsein gelangen zu lassen.

Diese drei Vermögen scheinen allen Thieren gemeinschaftlich anzugehören, sind jedoch nicht die einzigen, welche man bei ihnen beobachtet. Bei allen bemerkt man eine innere Kraft, welche sie zu gewissen, für ihre Erhaltung nützlichen Handlungen antreibt, von welchen sie aber gewiß nicht den Erfolg voraussehen können und deren Grund von keinem sichtbaren Bedürfnisse abhängt. Z. B. eine Menge Thiere bauen mit der bewunderungswürdigsten Kunst Wohnungen, die zur Beherbergung ihrer Jungen bestimmt und ganz dazu berechnet sind, allen Bedürfnissen derselben zu entsprechen, und immer thun sie dies auf die nämliche Weise und mit der nämlichen Geschicklichkeit, selbst wenn sie von Jhresgleichen von dem Augenblick ihrer Geburt an entfernt sind und niemals ähnliche Arbeiten ausführen sehen. Andere wandern zu bestimmten Zeiten des Jahres in entfernte Länder aus, deren Klima für sie günstiger ist, und nehmen ihre Richtung mit einer Sicherheit dahin, als ob das Ziel ihrer Reise ihnen vor Augen stünde.

Den Namen Jnstinkt oder Naturtrieb gibt man der Ursache, welche die Thiere antreibt, gewisse bestimmte Akte auszuführen, welche weder das Resultat der Nachahmung, noch der Ueberlegung sind. Diese Neigungen, wenn dieser Ausdruck erlaubt ist, ändern sich gleichfam bei jedem Thiere ab, und die Erscheinungen, welche daraus hervorgehen, sind bald außerordentlich einfach, bald äußerst zusammengesetzt.

Gewisse andere, noch mehr bevorzugte Thiere sind selbst mit intellektuellen Kräften oder mit dem Vermögen begabt, dem Geist die zuvor durch die Sensationen erzeugten Vorstellungen zurückzurufen, sie zu vergleichen, daraus allgemeine Begriffe zu ziehen und Bestimmungen für den Willen abzuleiten.

Endlich gibt es auch gewisse Thiere, die mit dem Vermögen begabt sind, Jhresgleichen ihre Vorstellungen mitzutheilen, sei es nun mit Hülfe gewisser Bewegungen oder vermittelst verschiedener Töne oder Laute, die sie hervorbringen.

Die verschiedenen Erscheinungen, mit deren Hülfe sich die Thiere in irgend eine Beziehung zu den Gegenständen ihrer Umgebung bringen, können, wie es ersichtlich ist, sich auf sechs Hauptvermögen beziehen: auf das Empfindungsvermögen (Sensibilität), die Zusammenziehbarkeit (Contraktilität), das Willensvermögen, den Jnstinkt oder Naturtrieb, den Verstand, die Mittheilungsgabe. Die vier ersten sind allen Thieren gemeinschaftlich, die beiden letztern nur bei einer kleinen Anzahl zu finden, und die Art und Weise, wie sie vor sich gehen, variirt beinahe ins Unendliche.

Bei einigen sehr einfach gebauten Thieren, z. B. den Polypen, sind die verschiedenen Funktionen, welche dem höhern animalischen Leben angehören, an kein besonderes Organ gebunden; alle Theile können empfinden und sich ohne Vermittlung eines andern Organes bewegen; aber bei dem Menschen und bei weitem den meisten Thieren sind alle diese Funktionen von der Wirksamkeit eines bestimmten Körpertheils, welcher Nervensystem genannt wird, abhängig.

Das Nervensystem.

§. 181. Dieses System ist aus einer eigenthümlichen, weichen und markigen Substanz gebildet, welche in der ersten Lebenszeit des Menschen beinahe flüssig ist, aber in dem Maße mehr Consistenz bekommt, als der Mensch dem reiferen Alter entgegenrückt. Das Aussehen dieser Substanz, welche man Nervengewebe nennt, ändert sich bedeutend ab; bald ist sie weiß oder gräulich, oder auch aschgrau; bald bildet sie mehr oder weniger beträchtliche Massen oder lange und verzweigte Fäden oder Stränge. Diese letzteren Organe haben den Namen Nerven, während man die ersteren Ganglien oder Nervenknoten nennt, denn sie dienen den Nervenfäden als Vereinigungspunkte.

§. 182. Bei den Menschen und allen Thieren, die sich denselben am meisten nähern, setzt sich der Nervenapparat aus zwei Theilen zusammen, wovon der eine Nervensystem des animalen Lebens oder Cerebro-Spinalnervensystem und der andere Nervensystem des organischen Lebens oder Gangliensystem genannt wird; jedes dieser Systeme ist wieder aus zwei Theilen zusammengesetzt, der eine central und aus mehr oder weniger großen Nervenmassen gebildet, der andere peripherisch und aus Nervenfäden zusammengesetzt, welche aus jenen Mittelpunkten oder Knoten in die verschiedenen Körpertheile hinauslaufen (Fig. 54).

§. 183. **Das Cerebro-Spinalnervensystem des Menschen.** Der Centraltheil des Cerebro-Spinalnervensystems wird oft mit dem Namen Cerebro-Spinalare (encephalum) bezeichnet. Er setzt sich wesentlich aus dem großen und kleinen Gehirn und aus dem Rückenmark zusammen; er ist in einer knöchernen Hülle eingeschlossen, die aus dem Hirnschädel (Hirnschale) und der Wirbelsäule (Rückgrat) gebildet ist.

§. 184. **Die Bedeckungen der Cerebrospinalaxe.** Die im hohen Grade sehr wichtige und äußerst zart gebaute Cerebro-Spinalaxe ist von verschiedenen Häuten umgeben, die zum Schutze und Festhalten dieses Organs dienen.

Die erste dieser Häute heißt harte Hirnhaut (dura mater): sie ist faserig, fest, dick, weißlich und wie moirirt, haftet in verschiedenen Punkten ihrer äußern Oberfläche an den Wänden der Hirnschale und des Rückgratkanals und bildet eine sehr feste Hülle um das Nervensystem herum. An ihrer innern Oberfläche bemerkt man mehrere Falten, welche sich in mehr oder weniger tiefe Furchen des Gehirns einsiken und so eine Art Scheidewände bilden, welche verhindern, daß sich die Hirntheile verrücken und dieselben in einer solchen Lage erhalten, daß sie nicht auf einander drücken, welche Lage auch der Körper haben mag. Jn ihrem Jnnern sind sehr weite venöse Kanäle vorhanden, welche man die Blutleiter der harten Hirnhaut (sinus duræ matris) nennt und als Behälter für das aus den verschiedenen Theilen des Gehirns kommende Blut dienen.

Unter dieser Haut kommt eine zweite, der man den Namen Netzhaut oder Hirnspinnwebenhaut (tunica arachnoidea) gibt, weil sie so dünne und durchsichtig ist, daß man sie einem Spinnengewebe vergleichen kann. Sie gehört zu der Klasse der serösen Häute und stellt eine Art Sack ohne Oeffnung und um sich selbst zurückgeschlagen vor, welche auf eine ähnliche Weise das Gehirn einhüllt und die Wände der durch die harte Hirnhaut gebildete Höhle auskleidet, wie sie das Brustfell die Lungen und das Bauchfell die Gedärme. Jhre Hauptfunktion ist die, daß sie eine Flüssigkeit liefert, welche jenes Organ schlüpfrig macht und dessen Bewegungen erleichert.

Endlich findet man unter dieser Netzhaut noch eine Zellhaut, die sogenannte Gefäßhaut oder weiche Hirnhaut (pia mater, tunica cerebri vasculosa), welche in gewissen Theilen fehlt. Sie ist keine eigentliche Haut, sondern nur ein leichtes Zellgewebe, von dem man kaum das Vorhandensein nachweisen kann und worin sich in tausend verschiedenen Richtungen eine Menge mehr oder weniger feiner und geschlängelter Blutadern verzweigen, welche entweder von dem Gehirn herkommen oder sich darin verbreiten.

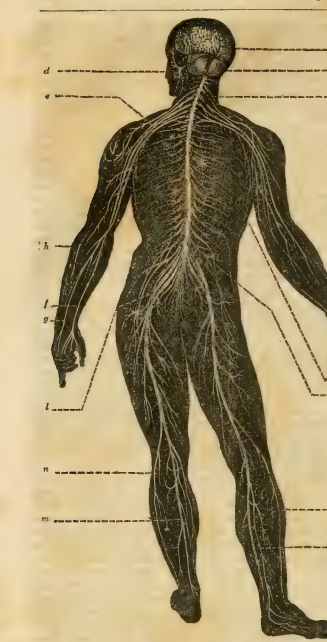


Fig. 54 Das Nervensystem.*

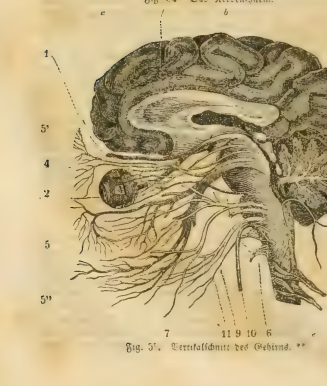


Fig. 55. Vertikalschnitt des Gehirns.**

Eine ganz eigenthümliche Circulation hat das Blut in dieser Substanz. Ehe die Arterien in dieses außerordentlich zart gebaute Organ eindringen, werden sie erst Capillargefäße; und diese Theilung hat nichts Anderes zum Zweck, als die starke Bewegung zu mäßigen, womit das Blut darin ankommt.

§. 185. **Das Gehirn** (encephalon, cerebrum). Die durch diese verschiedenen Hüllen geschützte Cerebro-Spinalare ist, wie bereits erwähnt, aus mehreren besondern Organen zusammengesetzt; aber alle diese Theile sind unter einander innig verbunden und können als eine gegenseitige Fortsetzung angesehen werden. Ihr vorderer oder oberer Theil ist sehr voluminös und nimmt das innere der Hirnschale ein: ihr kommt hauptsächlich der Name Gehirn zu. Man unterscheidet daran zwei Haupttheile, das große Gehirn (cerebrum) und das kleine Gehirn (cerebellum): beide setzen sich innen in der Rückenwirbelsäule als ein dicker Nervenstrang fort, der Rückenmark genannt wird (siehe Fig. 54).

§. 186. **Das große Gehirn** (cerebrum). Das große Gehirn (Fig. 54 a; Fig. 55 und 56, a, b, c) ist dem Volumen nach der größte Theil des menschlichen Gehirns: es nimmt den ganzen obern Theil der Hirnschale von der Stirne an bis zum Hinterhaupt ein. Es ist eiförmig und sein breiteres Ende nach hinten gekehrt; seine obere Fläche ist ziemlich regelmäßig gewölbt; an den beiden

* a Das große Gehirn; b das kleine Gehirn; c das Rückenmark; d der Angesichtsnerv, e das Armgeflecht (plexus brachialis), gebildet durch das Zusammentreten mehrerer Nerven, die aus dem Rückenmark entspringen; f der Mittelarmnerv (nervus medianus); g der Ellenbogennerv (nervus ulnaris s. cubitalis); h der innere Hautnerv des Armes (nervus cutaneus internus); i der Speichennerv (nerv. radialis) und der äußere Hautnerv oder Muskelhautnerv (nerv. cutaneus externus s. musculo-cutaneus); j Zwischenrippennerven (nervi intercostales); k das Schenkelgeflecht (plexus femoralis), das aus mehreren bedeutenden Nerven zusammengesetzt ist und dem Schenkelnerven (nerv. cruralis) seine Entstehung gibt; l das Hüftgeflecht (plexus ischiadicus), in welchem der Darmbeinnerv der untern Gliedmaßen seinen Ursprung nimmt, und der seinerseits sich wieder zur Bildung des Sitzbeinnerven (nerv. tibialis) (m), des äußern Wadenbeinnerven (nerv. peronaeus externus) (n), des Hautnerven (nerv. saphenus) (o) zc theilt.

** Vertikalschnitt des großen und kleinen Gehirns und des Rückenmarks: a Vorderlappen des großen Gehirns; b Mittellappen; c Hinterlappen; d das kleine Gehirn; e das Rückenmark; f der Durchschnitt des am Grunde des Einschnittes, der beide Halbkugeln des großen Gehirns von einander trennt, gelegenen Balkens (corpus callosum); unterhalb dieses werden Transversalfaserreihen sichtbar, welche sich die seitlichen Hirnhöhlen; g die von der untern Fläche des großen Gehirns bedeckten Sehhügel; 1 der Geruchsnerven; 2 das Aug, worin sich der Sehnerv endigt, dessen Wurzel man auf den Seiten der ringförmigen Erhabenheit bis zu den Sehhügeln verfolgen kann. Hinter dem Auge sieht man den Nerven des dritten Paares; 4 Nerv des fünften Paares, welcher sich, wie der vorhergehende, an die Augenmuskeln vertheilt; 5 der Oberkiefernerv oder der zweite Ast des fünften Nervenpaares (ramus secundus s. nervus maxillaris superior); 5' der Augennerv oder erster Ast des fünften Nervenpaares (ramus primus s. ophthalmicus); 5'' der Unterkiefernerv oder dritter Ast des fünften Nervenpaares (ramus tertius s. nervus maxillaris inferior); 6 das sechste Nervenpaar oder die äußeren Augenmuskelnerven (nerv. oculomotorii externi), die sich zu den Augenmuskeln begeben; 7 der Gesichts- oder Antlitznerv oder das siebente Nervenpaar (nerv. facialis); unterhalb des Ursprungs dieses Nerven sieht man ein Stück von dem Hörnerven (nervus acusticus); 9 das neunte Nervenpaar oder Zungenschlundkopfnerv (nerv. glosso-pharyngeus); 10 der Lungenmagennerv (nerv. vagus s. pneumogastricus); 11 das zilfte Nervenpaar oder der Zungenfleischnerv (nerv. hypoglossus); † 12 der zwölfte Hirnnerv, Beinnerv oder Nackenrückennerv (nerv. accessorius Willisii); 14 und 15 fünf Halsnerven.

† Nach andern Anatomen ist dieser Nerv der zwölfte Hirnnerv und umgekehrt. Anm. d. Ueberl.

Seiten ist es ein wenig zusammengedrückt und unten abgeplattet. Zuerst unterscheidet man daran zwei Breitehälften, nämlich die Halbkugeln (hemisphæra), welche durch einen tiefen Einschnitt von einander getrennt sind, in welche sich eine vertikale Scheidewand, gebildet aus einer Falte der harten Hirnhaut und ihrer Form wegen Hirnsichel (falæ cerebri) genannt wird, einsenkt. Vornen und hinten geht dieser Einschnitt ganz durch das Gehirn hindurch, dagegen in der Mitte nur durch den oberen Theil, denn er hat unten einen Streifen von Markfubstanz, der sich von einer Halbkugel zur andern erstreckt und Balken (corpus callosum) genannt wird, zur Gränze (Fig. 55, f).

Die Oberfläche dieser Hemisphären ist von vielen unregelmäßig gekrümmten und mehr oder weniger tiefen Furchen durchschnitten, welche die an ihrem Rande abgerundeten Erhöhungen, die verschiedenartig gekrümmt sind und einige Aehnlichkeit mit den Falten des Dünndarms im Unterleibe haben, von einander trennen. Man nennt diese Erhöhungen Circonvolutionen des Gehirns, und die Furchen, welche sie trennen und in welchen die Falten der Hirnnetzhaut liegen, heißt man Krümmungen oder Windungen. Sie sind mehr oder weniger tief, und haben das Merkwürdige an sich, daß sie bei dem neugeborenen Kinde und den meisten Thieren, selbst bei solchen, die dem Menschen am nächsten stehen, wenig ausgesprochen sind. An der untern Fläche des Gehirns unterscheidet man noch in jeder Hälfte drei Lappen, die unter sich durch Querfurchen geschieden sind, und Vorder-, Mittel- und Hinterlappen genannt werden (Fig. 56, b, c, d); auch bemerkt man an diesem Theile des Gehirns zwei abgerundete Hervorragungen, die brustförmigen Erhöhungen (mammilares), welche an der Mittellinie liegen und zwei sehr dicke Schenkel, welche aus der Substanz dieses Organs zu treten scheint, um sich im Rückenmark fortzusetzen, und Hirnschenkel (crura s. pedunculi cerebri) heißen. Aus diesem Theile des Gehirns entspringen auch die Nerven.

Die Oberfläche des großen Gehirns ist beinahe ganz aus einer gräulichen Nervensubstanz gebildet; im Innern des Gehirns hingegen findet man bloß eine weiße. Durchschneidet man dieses Organ, so findet man verschiedene Höhlen darin, welche mit der Außenwelt in Verbindung stehen und Hirnkammern oder Hirnhöhlen (ventriculi cerebri) genannt werden (Fig. 55, f).

§. 187. **Das kleine Gehirn** (cerebellum). Dieses hat seine Lage unter dem hintern Theil des großen Gehirns (Fig. 54, b; Fig. 55, d; Fig. 56, e), und beträgt dem Volumen nach nur ein Drittel des großen Gehirns, selbst bei dem erwachsenen Menschen, wo es verhältnißmäßig größer als bei dem Kinde ist. Man unterscheidet an ihm, wie an dem großen Gehirn, zwei Hemisphären oder Seitenlappen, welche durch eine Furche und einen hinten und unten in der vorhin erwähnten Vertiefung liegenden Mittellappen von einander geschieden sind. Die Oberfläche der Halbkugeln und des Mittellappens ist aus einer grauweißen Masse gebildet und stellt keine Windungen, dagegen eine große Anzahl beinahe gerader und parallel laufender Furchen dar, wodurch dieses Organ in eine Menge Platten getheilt wird, welche wie die Blätter eines Buches zusammengefügt sind. Unten setzt sich das kleine Gehirn mit dem Rückenmark mittelst zweier kurzen und dicken Stiele oder Schenkel fort, und umgibt hier dieses letztere Organ mit einem Streifen von weißer Substanz, welcher querüber von der einen Hemisphäre zur andern läuft und sich bis zum Rückenmark fortsetzt, mit welchem er sich innig verbindet; dieser Fortsatz heißt die Varolische Brücke* oder ringförmige Erhabenheit (pons Varolii, protuberantia annularis).

§. 188. **Die Sehhügel** (thalamus nervi optici). Hebt man die hintern Lappen des großen Gehirns in die Höhe, so sieht man zwischen ihm und dem kleinen Gehirne vier kleine abgerundete Erhöhungen, paarweise zu jeder Seite der Mittellinie liegend (Fig. 55, g). Sie erheben sich über der obern Fläche der Hirnmarkvorlängerungen, welche sich von dem großen Hirn zum Rückenmark begeben, und bilden die von den Anatomen mit dem Namen Sehhügel oder Vierhügel bezeichneten Hirntheile, von welchen wir in der Folge noch mehr sprechen werden.

Fig. 56. Die Gerebrospinalnerven.**

§. 189. **Das Rückenmark** (medulla spinalis). Das Rückenmark (Fig. 54, c und Fig. 56, f) ist gewissermaßen eine Verlängerung des großen und kleinen Gehirns. Es hat die Form eines dicken Strangs und zeigt vornen wie hinten eine Mittel- und Längenfurche, welche es in zwei symmetrische Breitehälften theilt. An seinem obern Ende, welchem die Anatomen den Namen verlängertes Mark (medulla oblongata) gegeben haben, bemerkt man verschiedene Anschwellungen: die Olivenkörper (corpora olivaria), die Pyramidenkörper (corpora pyramidalia) und das strangförmige Bündel (corpus restiforme); zu jeder Seite sieht man nach und nach eine große Anzahl Nerven auslaufen, wovon die ersteren unmittelbar auswärts laufen, die letzteren aber allmälig immer schiefer abwärts steigen, so daß das Rückenmark sein Ende zu nehmen scheint, indem es sich in sehr viele Längenfäden theilt, die beinahe das Ausfehen der Haare eines Pferdeschweifes (Fig. 56, j) haben — eine große Aehnlichkeit zwar, der man aber den Namen dieses Gegenstandes zuschreiben muß. Da, wo die in die oberen Gliedmaßen sich vertheilenden Nerven entspringen, zeigt das Rückenmark eine sehr merkliche Anschwellung; nachher wird es wieder dünner, bis es von Neuem an der Stelle anschwillt, wo die

* Zu Ehren des berühmten Anatomen Varoli so genannt.

** Das Cerebro-Spinalnervensystem von vornen gesehen (die Nerven sind rohe an ihrem Ursprung abgeschnitten); — *a* das große Gehirn; — *b* Vorderlappen der linken Halbkugel des großen Gehirns; — *c* der Mittellappen; — *d* der Hinterlappen, fast ganz durch das kleine Gehirn bedeckt; — *e* das kleine Gehirn; — *f* das verlängerte Mark; — *f* das Rückenmark; — 1 erstes Nervenpaar oder Geruchsnerven; — 2 Sehnerven oder das zweite Nervenpaar; — 3 drittes Nervenpaar, welches hinter der Durchkreuzung der Sehnerven, vor der Varolsbrücke und über den Gehirnschenkeln entspringen; — 4 Nerven des vierten Paars; — 5 der dreigetheilte Nerv oder das fünfte Hirnnervenpaar; — 6 das sechste Nervenpaar, auf der Varolsbrücke liegend; — 7 das siebente Nervenpaar oder Angesichtsnerven; — 8 das achte Nervenpaar oder Gehörnerven; — 9 das neunte Nervenpaar oder Schlundzungennerven; — 10 das zehnte Nervenpaar oder lungenmagennerven; — 11 das elfte und zwölfte Nervenpaar; — 13 das dreizehnte Nervenpaar oder Hinterhauptnerven; — 14, 15, 16 die drei ersteren Gebärmutternervpaare; — 9 Armnerven, das Armnervengeflecht bildend; — 25 und der Nervenpaare, die zum Rückentheil des Rückenmarks gehören; — 33 eines der Lendennervenpaare; — *h* lenden- und Hüftgelenknerven, die Nervengeflecht bildend, woraus die Nerven der untern Gliedmaßen entspringen; — *i* und *j* das Ende des Rückenmarks, Pferdeschweif genannt; — *k* der große Hüftnerv, der sich zu den untern Gliedmaßen begibt.

Nerven der untern Gliedmaßen entspringen; sein unteres Ende ist sehr dünne und hat seine Lage in dem obern Theile der Lendenregion der Wirbelsäule.

Wie das große und kleine Gehirn, so ist auch das Rückenmark aus zwei Marksubstanzen von verschiedener Farbe zusammengesetzt; aber anstatt daß die graue Substanz die Oberfläche dieses Organes bildet, liegt sie innen und wird von der weißen Substanz bedeckt. Es besteht keine weiche Hirnhaut (pia mater) um das Rückenmark herum, und die aus der harten Hirnhaut gebildete Hülle ist von demselben nicht vollständig angefüllt, sondern von einer beträchtlichen Menge Flüssigkeit ausgefüllt, von welcher es seiner ganzen Länge nach umspült wird. Dieser Bau ist auf eine bewunderungswürdige Weise berechnet, um das Rückenmark vor Druck und Erschütterung zu verwahren, welche aus allzu heftigen Bewegungen der Wirbelsäule oder aus jeder andern Ursache entstehen und in diesem Theile des Nervensystems noch schwerere Zufälle erzeugen könnten, als im Gehirn.

§. 190. **Die Struktur der Cerebro-Spinalaxe.** Wir wissen bereits, daß die Substanz, welche das Hirn- und Rückenmark bildet, weich und breiartig ist; jedoch kann man auch Fasern in der weißen Masse unterscheiden, und eine ausmerksame Verfolgung ihres Verlaufes führt uns zu der Erklärung einiger äußerst merkwürdigen Erscheinungen.

Das Rückenmark zeigt bekanntlich zwei Hälften, welche durch Bändchen vereinigt sind, die hauptsächlich aus Transversalmarkfasern bestehen; auch findet man zu jeder Seite in der weißen Substanz eine große Anzahl Längsfasern, welche sich in dem obern Theile zu sechs Hauptbündeln vereinigen. Vier derselben nehmen die vordere Seite des verlängerten Marks ein; sie bilden die mit den Namen vordere Pyramiden und Oliven bezeichneten Anschwellungen und dringen in das Gehirn ein. Eine sehr merkwürdige Eigenschaft zeigen die Pyramidenfasern: die zur rechten Seite begeben sich zur linken, und die der linken Seite gehen zur rechten. Erst nach dieser Durchkreuzung dringen sie in die Varolische Brücke ein und bilden in ihrem Vorwärtsschreiten die Gehirnschenkel. Diese Fasern treten alsdann aus einander und verbreiten sich in den untern, vordern und obern Windungen des vordern und mittlern Lappens des großen Gehirns. Die Längsfasern, welche von den olivenförmigen Erhabenheiten ausgehen, steigen, wie die der Pyramiden, mitten durch die Varolische Brücke aufwärts und bilden den hintern und innern Theil der Gehirnschenkel, durchdringen, wie die der Pyramiden, verschiedene Massen einer grauen Substanz, nehmen an Volumen und Zahl zu, und bilden, indem sie verschiedene Richtungen einschlagen, verschiedene Theile des großen Gehirns, z. B. die Sehhügel und die gestreiften Hirnkörper (corpora striata); endlich verschwinden sie in den Windungen, deren Totalmasse die Halbkugeln constituirt; durch die Vermittlung anderer Transversalfasern stehen die beiden Hälften des großen Gehirns mit einander in Verbindung; diese Fasern bilden den schon erwähnten Balken oder die große Commissur (Corpus callosum), sowie mehrere andere Transversalstreifen, welche im Allgemeinen **Verbindungen** oder **Commissuren** genannt werden.

Die Längsfasern der hintern Pyramiden des Rückenmarkes vereinigen sich mit einigen aus den benachbarten Theilen des verlängerten Marks kommenden Fasern und bilden auf diese Weise die Schenkel des kleinen Gehirns, welche sich bis zum Mittelpunkt der entsprechenden Hemisphäre dieses Organes einsenken und an dessen Oberfläche eine Menge kleiner Blätter senden, welche sich wiederum theilen und in ihrer Gesammtheit Zweige bilden, die von gräulichen Substanzen eingehüllt sind und von einigen Anatomen **Lebensbaum** (arbor vitæ) (Fig. 55, d) genannt wurden. Auch in dem kleinen Gehirn unterscheidet man Längsfasern, welche die beiden Hemisphären mit einander verbinden. Ein Theil davon umgibt das verlängerte Mark von vornen und bildet die bekannte Varolsbrücke.

§. 191. **Die Nerven** (nervi). **Die Nerven**, welche aus dem Gehirn und Rückenmark entspringen und die Verbindung zwischen diesem System und den verschiedenen Körpertheilen bewirken, sind 43 Paare an der Zahl (siehe Fig. 54 und Fig. 56). Sie kommen alle aus dem Rückenmarke und der Basis des großen Gehirns; man unterscheidet sie je nach ihrer Lage und benennt sie in ihrer Reihenfolge mit den Ordnungszahlen, wobei man von vornen nach hinten zählt. Die zwölf ersten Paare entspringen aus dem Gehirne (Fig. 55) und treten an der Basis des Schädels aus verschiedenen Löchern heraus. Die folgenden 31 Paare kommen aus dem Rückenmarke, das von der Wirbelsäule eingeschlossen ist, und treten zu jeder Seite dieser Knochenscheide aus den zwischen den Wirbeln gelegenen Löchern heraus.

Jeder dieser Nerve ist aus einer großen Anzahl Nervenbündel zusammengesetzt, welche aus Markfasern gebildet und von einer Membrane, der **Nervenscheide** oder dem **Neurilem** umhüllt sind. Diese Elementar- oder Grundfasern sind außerordentlich fein und laufen von dem einen Ende des Nervenstrangs bis zum andern mit einander parallel, ohne sich jemals zu vereinigen oder zu theilen: an ihrem obern Ende scheint sie sich gleichfalls ohne Unterbrechung mit den Fasern des Rückenmarkes oder der Basis des Gehirnes fort; mit ihrem entgegengesetzten Ende verlaufen sie sich in den Organen, zu denen sie bestimmt sind. In der Regel sind die verschiedenen Markfaserbündel, die einem und demselben Nerven angehören, nicht alle in dem Augenblicke vereinigt, wo sie aus der Cerebro-Spinalare treten, und dies ist ein Grund, warum der Nerv an seinem Ursprunge mehrere **Wurzeln** zeigt; in dem Maße, als sich diese Nervenbündel von diesem Punkte entfernen, laufen sie auseinander, um sich an die verschiedenen Organe zu begeben, wobei es scheint, als theilte sich der Nerv selbst allmälig, wie ein Baum in Aeste und Zweige; nachdem sich diese Nervenbündel auf diese Weise getrennt haben, verbinden sich auch einige derselben oder ihre Fasern mit einigen benachbarten Nerven, um diesen auf ihrem Weg zu folgen, woraus die von den Anatomen sogenannten **Anastomosen** * oder **Nervengeflechte** ** hervorgehen. Ist endlich ein Nervenzweig in das Organ gelangt, wohin es sich begeben soll, so breiten sich seine ursprünglichen Fasern darin aus und endigen fast immer unter der Form von Schleifen.

Die Nerven, welche von dem Rückenmark ausgehen, entspringen darin aus zwei Wurzeln, wovon eine jede aus mehreren Nervenbündeln zusammengesetzt ist (Fig. 57); die eine Wurzel kommt von dem vordern Theile dieses Organes, die andere von dem hintern, und ehe sich diese letztere mit der ersteren vereinigt, zeigt sie eine Anschwellung oder **Ganglion**,

* Da die Nerven von einigen Anatomen als Kanäle betrachtet worden sind, welche die Bestimmung hätten, die Nervenflüssigkeit fortzuleiten, so hat man der Vereinigung ihrer Aeste und Zweige den Namen **Anastomose** gegeben; aber wir wir bereits gesagt haben, so bezeichnet dieses Wort in seinem wahren Sinne eine Einmündung oder Communication zwischen zwei Gefäßen, und sollte folglich hier nicht gebraucht werden, denn wenn sich eine Nervenfaser von einem Nerven trennt, um sich mit einem andern zu verbinden, so fällt sie nicht in Eins mit ihm zusammen, sondern setzt ihren Weg für sich ununterbrochen bis zu demjenigen Theile fort, für den sie bestimmt ist

** Der Name **Nervengeflecht** oder **Plexus** wird einer Art Gefleche oder Netz gegeben, welche durch die Vereinigung mehrerer Nerven oder Gefäße gebildet sind. Die Hauptnervengeflechte sind diejenigen, welche sich aus den Nerven der Extremitäten sogleich nach dem Austritt derselben aus dem Rückgrat zusammensetzen. (Siehe Fig. 54, *c*, *l* und Fig. 56, *g* und *h*.)

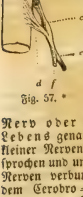


Fig. 57. *

die theilweise aus einer grauen Marksubstanz besteht. Einige Gehirnnerven zeigen eine ähnliche Disposition, andere hingegen zeigen keine Spur davon; dieser Unterschied ist, wie wir bald sehen werden, ein Zeichen oder eine Andeutung von andern Eigenthümlichkeiten in den physiologischen Eigenschaften dieser Nervenfäden oder Marksträngе.

§. 192. **Das Gangliensystem.** Das Nervenganglien-System, auch großer sympathischer Nerv oder Nervensystem des organischen Lebens genannt, setzt sich aus einer großen Anzahl kleiner Nervenmassen zusammen, die deutlich ausgesprochen und unter sich durch Markfäden und verschiedene Nerven verbunden sind, welche letztere mit den aus dem Cerebro-Spinalsystem entspringenden anastomosiren und sich in den benachbarten Theilen verbreiten. Diese Nervenmittelpunkte oder Nervenknoten werden Ganglien genannt; man findet sie am Kopfe, am Halse, in der Brust und dem Unterleibe. Die meisten liegen symmetrisch zu jeder Seite der Mittellinie vor der Wirbelsäule und bilden auf diese Weise eine doppelte Kette, die vom Kopfe bis zum Becken geht; doch findet man sie auch in andern Theilen, z. B. in der Nähe des Herzens und des Magens.

Die Nerven des Cerebro-Spinalsystems begeben sich zu den Sinnesorganen, zu der Haut, zu den Muskeln ꝛc.; solche, die dem Gangliensysteme angehören, vertheilen sich an die Lungen, an das Herz, den Magen, die Gedärme, die Wandungen der Blutgefäße. Kurz, es gehören die ersteren besonders den Organen des animalischen Lebens, die letzteren den Ernährungsorganen an.

§. 193. **Das Nervensystem der übrigen Thiere.** Mit dem allgemeinen Plane des menschlichen Nervensystems stimmt auch das Nervensystem sämmtlicher Säugethiere, der Vögel, der Reptilien und der Fische überein. Bei allen diesen Thieren ist ein großes und kleines Gehirn und ein Rückenmark vorhanden. Aus diesem Centraltheil des Nervensystems entspringen Nerven, die zu den verschiedenen Sinnes- und Bewegungsorganen hinlaufen; auch ist ein mit Nerven versehenes Gangliensystem für die Hauptorgane der Ernährung vorhanden.

Aber anders ist es bei den Mollusken, den Crustaceen und den übrigen wirbellosen Thieren; das Gehirn und das Rückenmark scheint bei ihnen zu fehlen, und alle Nerven des Körpers vereinigen sich zu einer gewissen Anzahl mehr oder weniger von einander entfernter Ganglien (Fig. 58). In der großen Abtheilung der Zoophyten endlich findet man höchstens nur einige Spuren von einem Nervensystem, und in der Regel scheint dieser Apparat gänzlich zu fehlen. Wenn wir an die Geschichte dieser verschiedenen Thiergruppen kommen, so werden wir Gelegenheit finden, alle Eigenthümlichkeiten, die in dieser Hinsicht stattfinden, anzugeben.

Fig. 58. Nervensystem eines Käfers (Carabus hortensis L.).

* Ein Rückenmarkstück, welches den Bau der daraus entspringenden Nerven zeigt: *a* Rückenmark; *b* die vordere Wurzel eines Rückenmarknerves; *c* ein Ganglion; *d* die hintere Wurzel desselben Nerves, welche sich nach der Bildung eines Ganglions mit der vordern Wurzel verbindet; *e* der durch die Vereinigung dieser zwei Wurzeln gebildete Stamm; *f* ein kleiner Zweig, welcher mit dem großen sympathischen Nerven anastomosirt.

Dies sind nun die verschiedenen Theile, aus welchen der Nervenapparat des Menschen und der höheren Thiere besteht; jetzt wollen wir auch sehen, welches sein Nutzen ist, und uns zuerst mit der Betrachtung des Empfindungsvermögens oder der Sensibilität beschäftigen.

Von dem Empfindungsvermögen (Sensibilität).

§. 194. Nach dem bereits Gesagten ist das Empfindungsvermögen die Fähigkeit, Eindrücke aufzunehmen und zum Bewußtsein zu bringen. Es gehört allen Thieren an, aber der Grad, bis zu welchem es sich entwickelt, ändert sich fast bei einem jeden ab. Je mehr man sich in der Thierreihe erhebt und sich dem Menschen nähert, desto mannigfaltiger sieht man die Sensationen werden; das Thier erhält die Fähigkeit, eine größere Anzahl der Eigenschaften, welche die Gegenstände seiner Umgebung besitzen, zum Bewußtsein zu bringen und deren verschiedene Abweichungen besser herauszufinden; die Eindrücke werden lebhafter, und in dem Maße, als sich das Empfindungsvermögen vervollkommnet, sieht man die Struktur der Organe des animalischen Lebens complizirter werden; denn wie in allen andern Funktionen, so ist es auch hier die Theilung der Arbeit, welche die Natur zu immer vollkommeneren Resultaten gelangen läßt.

§. 195. Ueberall, wo die durch äußere Gegenstände erzeugten Sensationen verschiedenartig sind, ist ein deutliches Nervensystem vorhanden, von dessen Wirksamkeit das Empfindungsvermögen abhängt. Seine Struktur ist bei den niederen Thieren sehr einfach, und es scheinen alle Theile, welche dasselbe bilden, beinahe die gleichen Funktionen zu haben. Z. B. bei dem Regenwurm ist es ein der ganzen Länge des Körpers nach ausgestreckter knotiger Strang, von dem alle einzelnen Theile die gleichen Eigenschaften besitzen; denn zerschneidet man dieses Thier in mehrere Stücke, so sieht man, wie jedes Bruchstück fortfährt zu empfinden und sich zu bewegen, wie zuvor; aber bei Thieren mit einer zusammengesetzteren Organisation und vollkommeneren Fähigkeiten, besteht dieser Apparat, wie wir bereits wissen, aus mehreren verschiedenen Theilen, und dann ist auch ein jeder auf eine verschiedene Weise thätig und ein jeder hat seine speziellen Funktionen. Ein größeres Interesse wird uns daher das Studium dieser Funktionen bei dem Menschen und den übrigen höhern Thieren darbieten.

§. 196. **Die Funktionen der Nerven.** Nicht alle Theile unseres Körpers besitzen das Empfindungsvermögen in gleichem Grade; einige Organe sind mit dem feinsten Gefühle begabt, während andere auf alle mögliche Arten erregt, durch fremdartige Körper zerquetscht, zerschnitten, ja selbst zerrissen werden können, ohne daß das Thier auch nur das Geringste dabei empfindet. Die empfindlichsten Theile sind immer zugleich auch diejenigen, welche die meisten Nerven erhalten; wo keine Nerven sind, da ist auch keine Empfindung. Macht man in den Fuß eines lebenden Thieres einen Schnitt und legt den sich dahin begebenden Nerven bloß, so bemerkt man, daß dieser Nerve außerordentlich empfindlich ist; zerrt oder sticht man ihn nur im geringsten, so zeigt das Thier alle Zeichen eines heftigen Schmerzes, und die Muskeln, worin sich der verwundete Nerv vertheilt, werden convulsivisch zusammengezogen.

Aus dem Bisherigen konnte man schon errathen, daß unsere Organe ihre Empfindung den Nerven verdanken; um diese Thatsache außer Zweifel zu setzen, hat man bloß einen dieser Nerven zu zerstören; denn wenn man diesen Versuch an einem Gliede eines lebenden Thieres anstellt, so werden sogleich alle Theile,

in welche sich der Nerv begeben hat, gelähmt, d. h. des Empfindungsvermögens und der Bewegung beraubt.

Aber hat dieser Nerv, dessen Wirksamkeit zur Ausübung dieser Funktionen unumgänglich nothwendig ist, auch zugleich die Bestimmung, die Bewegungen selbst hervorzubringen und die Sensationen aufzufassen? oder spielt er bloß die Rolle eines Conductors? und ist er einzig und allein dazu bestimmt, den Willen auf die Muskeln überzutragen und zu einem andern Organe, welches der Sitz der Gefühlserregungen wäre, die aus der Berührung eines äußern Gegenstandes mit der Oberfläche des Körpers oder aus jedem andern Reize hervorgingen, überzupflanzen?

Um über diese Fragen entscheiden zu können, haben die Physiologen ihre Zuflucht zu einigen Versuchen an lebenden Thieren genommen.

Durchschneidet man z. B. den Nerven, der sich nach dem Hinterfuße eines Frosches begibt, und sticht oder kneipt man das auf diese Weise von dem Nervensysteme getrennte Stück, so sieht man, daß es völlig unempfindlich ist, während der über dem Schnitte gelegene Theil alle seine Empfindlichkeit beibehält; diejenigen Theile des Gliedes, welche die Nervenverzweigungen des untern Nervenstücks empfangen, sind gleichfalls gelähmt.

Ein vom System getrennter Nerv hört also auf, seine Funktionen auszuüben; er kann daher auch nicht der Sitz der Auffassung der Sensationen sein, und man muß nothwendig daraus schließen, daß er dazu dient, die Eindrücke, die er durch die mit der Empfindung begabten Theile erhält, auf das zu dieser Funktion bestimmte Organ überzutragen.

Dies ist nun auch durch sämmtliche, über diesen Gegenstand gemachten Forschungen klar und deutlich erwiesen. Der durch die Berührung irgend eines Körpers entweder mit dem Nerven selbst oder mit demjenigen Theil, in welchen sich der Nerv verzweigt, hervorgebrachte Eindruck kann nicht aufgefaßt werden und daher keine Sensation erzeugen, wenn er nicht durch den Nerven auf andere Organe übergepflanzt werden kann.

§. 197. Ist diese Thatsache einmal begründet, so ist man natürlicherweise zu der Frage geführt, wohin die Sensationen oder Gefühlseindrücke gelangen müssen, damit das Thier das Bewußtsein davon habe? oder mit andern Worten, welches das zu ihrer Auffassung bestimmte Organ sei?

§. 198. **Der Einfluß der Cerebro-Spinalaxe.** Die Nerven, mit deren Funktionen wir uns beschäftigten, laufen alle in dem Gehirn oder dem Rückenmark, welches selbst wieder im Gehirn endigt, zusammen; es ist also evident, daß das Empfindungsvermögen irgend einem Theile der Cerebro-Spinalaxe inwohnen muß. Suchen wir daher durch irgend ein Experiment zu erforschen, ob es in dem großen Gehirn, ob es im kleinen Gehirn oder ob es im Rückenmark ist.

Wenn man an dem Rückenmark dieselben Versuche anstellt, wie die an den daraus entspringenden Nerven, so bemerkt man zuerst, daß dieses Organ außerordentlich empfindlich ist: der geringste Stich erregt darin den empfindlichsten Schmerzen und convulsivische Bewegungen; und schneidet man es mitten durch, so sieht man alsobald in allen Theilen, woraus die Nerven unterhalb des Schnittes entspringen, eine vollständige Lähmung, während diejenigen Theile, deren Nerven aus dem noch in Verbindung mit dem Gehirne stehenden Theile des Rückenmarks herkommen, das Empfindungsvermögen und die Fähigkeit, sich zu bewegen, beibehalten.

Sorgt man hinlänglich die Respiration auf eine künstliche Weise so zu unterhalten, daß das auf obige Weise experimentirte Thier verhindert ist, in Folge der Lähmung der Respirationsmuskeln zu sterben, so kann man zeigen, daß alle Theile des Rückenmarks und des verlängerten Marks das Vermögen verlieren, freiwillige Bewegungen hervorzubringen und Empfindungen die Entstehung zu geben, sobald sie von dem Gehirne getrennt sind; daraus kann man nun schließen, daß nicht in ihnen der Sitz des Vermögens ist, die Sensationen aufzufassen und freiwillige Bewegungen hervorzubringen.

Mit dem Gehirne aber verhält es sich ganz anders. Legt man die beiden Hemisphären dieses Organes bei irgend einem lebenden Thiere (z. B. bei einer Taube) bloß, und reizt man ihre Oberfläche mit irgend einem schneidenden Instrumente, so ist man über ihre Unempfindlichkeit erstaunt; man kann die Hirnsubstanz zerschneiden oder zerreißen, und das Thier gibt dessen ungeachtet nicht das geringste Zeichen von einem Schmerzen von sich, scheint vielmehr die Verstümmelung nicht einmal wahrzunehmen. Nimmt man aber dieses Organ nach dem Beispiel Flourens hinweg, so fällt das Thier in eine vollständige Betäubung oder Unempfindlichkeit, aus welchem Zustande es durch kein Mittel gerettet werden kann. Sein ganzer Leib wird unempfindlich, seine Sinne funktioniren nicht mehr, und wenn es sich noch bewegt, so geschieht es nur aus einer äußern Ursache und willenlos.

Aus diesem Versuche ist erschlichlich, daß die Wirksamkeit des Gehirns zur Auffassung der Sensationen und zur Willensäußerung unumgänglich nothwendig ist, und daß zu diesem Organe die durch die Nerven erhaltenen Eindrücke gelangen müssen, wofern das Thier zu deren Bewußtsein gelangen soll.

§. 199. In der Funktion der Sensibilität gibt es also eine sehr merkwürdige Theilung der Arbeit; diejenigen Theile, welche durch Berührung fremdartiger Körper dazu fähig sind, den Empfindungen ihre Entstehung zu geben, können diese Eindrücke nicht selbst auffassen, und auf der andern Seite kann das Organ, welches der ausschließliche Sitz der Aufnahme dieser Eindrücke ist, dieselbe nicht direkt aufnehmen; es ist unempfindlich und kann nur durch die Eindrücke erregt werden, welche durch die Nerven übergepflanzt worden sind.

In dem Apparate der Sensibilität kann man also drei besondere Eigenschaften unterscheiden, nämlich: 1) das Vermögen, in Berührung mit einem fremden Körper oder irgend einem andern Agenz einen solchen Eindruck zu erhalten, welcher einer Empfindung die Entstehung gibt; 2) das Vermögen, die Eindrücke von dem Punkte aus, wo sie erzeugt worden, auf das zur Aufnahme bestimmte Organ hinzuleiten; 3) das Vermögen, dem Thiere ein Bewußtsein von der Existenz derselben zu geben.

Aus den Versuchen des Herrn Flourens und einiger andern Physiologen ergibt sich, daß bei solchen Thieren, die dem Menschen am nächsten stehen, also bei den Säugethieren und den Vögeln, dieses letztere Vermögen wesentlich den Hemisphären des großen Gehirns innwohnt; und wie wir so eben sahen, so ist das Vermögen, die Eindrücke aufzunehmen und sie zum Gehirne zu führen, wo sie aufgefaßt werden sollen, das Eigenthum der Nerven.

§. 200. Auch ist zu bemerken, daß in der Hinleitung der Eindrücke auf das Gehirn jede Elementarfaser eines Nervens auf eine von den benachbarten Fasern völlig unabhängige Weise thätig ist, und da diese gleichsam bloß zu Nervenbündeln aneinandergelegten Fasern sich niemals unter sich innig vereinigen, sondern eine jede ihren Weg bis zum Gehirn oder Rückenmarke für sich fortsetzt, so geht daraus hervor, daß eine jede der von den verschiedenen Punkten des Körpers kommenden Sensationen auf einem besondern Wege dort anlangt und niemals mit einer andern in Eins zusammenfällt. Wenn wir den Sitz oder Ausgangspunkt der Empfindung bestimmen wollen,

so nehmen wir immer den Weg zu Hülfe, auf welchem sie zu unserm Gehirne gelangt, und immer beziehen wir die erzeugte Empfindung auf denjenigen Körpertheil, wo die in Thätigkeit gesetzte Elementarfaser zu Ende geht. *

§. 201. **Die Nerven der Sensibilität.** Uebrigens besitzen nicht alle Nerven des Körpers die Eigenschaft, die Empfindungen fortzupflanzen; es giebt solche, welche ausschließlich den Bewegungen angehören; und auch unter den Nerven der Sensibilität haben nicht alle die Fähigkeit, die gleichen Eindrücke zum Gehirn zu bringen. Die Empfindlichkeit gewisser Nerven kann nicht immer durch Agenzien, welche fähig sind, Sensationen in andern Organen zu erregen, in Thätigkeit gesetzt werden; das Licht z. B. bringt eine lebhafte Sensation hervor, wenn es das Ende der Sehnerven trifft, ist aber unfähig, irgend einen andern Nerven in Bewegung zu setzen; und diese, gegen den Einfluß des feinen Lichtreizes so sehr empfindlichen Sehnerven können gedrückt, gestochen und auseinander gerissen werden, ohne daß irgend ein Gefühl von Schmerzen erfolgt, während die Nerven des Rückenmarks, welche bei der Einwirkung des Lichts unbetheiligt bleiben, mit der größten Vollkommenheit die durch die materielle Berührung eines fremden Körpers erzeugten Sensationen fortleiten und nicht stark erregt werden dürfen, ohne einen mehr oder weniger heftigen Schmerzen hervorzurufen.

§. 202. **Von den Modifikationen der Sensibilität.** Es sind demnach verschiedene Arten der Sensibilität vorhanden, welche durch verschiedene Reize in Thätigkeit gesetzt werden können; auf diese Weise ist es uns auch möglich, die verschiedenen physischen Eigenschaften der uns umgebenden Gegenstände zu beurtheilen, und eben diese Modifikationen der Sensibilität constituiren die fünf Sinne, womit der Mensch und die meisten übrigen Thiere begabt sind.

Der Tastsinn, der Geschmacksinn oder der Geschmack, der Geruchssinn oder der Geruch, der Gehörsinn oder das Gehör und der Gesichtssinn (optische Sinn) oder das Sehen, sind daher eben so viele verschiedene Vermögen, da jedes von ihnen seine besonderen Organe hat, deren Thätigkeit erst angeregt wird, und deren Funktion uns verschiedene Kenntnisse verschafft. Die Berührung eines Körpers, welcher dem Drucke widersteht, oder merklich wärmer oder kälter ist als unsere Organe, bringt in den verschiedenen Theilen, welchen der Tastsinn (Fühlsinn) innwohnt, besondere Empfindungen hervor, mit Hülfe derselben wir die Consistenz, die Glätte oder Rauhheit, die Temperatur und bis zu einem gewissen Grad auch die Größe und die Form dieses Gegenstandes wahrnehmen können; berühren wir diesen Körper mit einem andern Leibestheil, dessen Nerven mit dem Geschmacksinn begabt sind, so werden in uns die Empfindungen des Geschmacks erzeugt, und wenn der Körper nach seiner Natur in außerordentlich feine Theilchen die verschiedenen mit dem Geruchssinn begabten Theile berührt, so gibt er dem Geruchssinn seine Entstehung; wird aber dieser Körper in Schwingungen versetzt, so werden sie weder in den Geschmacks- noch in den Geruchsorganen eine Empfindung hervorbringen, dagegen in den Gehörwerkzeugen die Empfindung des Schalls erzeugen; endlich wird das uns von diesem Körper gesendete Licht keinen der ebengenannten Sinne erregen, wohl aber in den mit dem Gesichtssinne begabten Theile Empfindungen hervorbringen, die von allen bereits erwähnten verschieden und geeignet sind, uns die Form, die Farbe und die Lage der Gegenstände unserer Umgebung erkennen zu lassen.

Der Geruchssinn gehört den Gehirnnerven des ersten Paares an; der Gesichtssinn wird den Gehirnnerven des zweiten Paares zugeschrieben; der Geschmacksinn ist gewissen Fasern der Gehirnnerven des fünften Paares eigen; der Gehörsinn hat seinen Sitz in den Gehörnerven oder den Gehirnnerven des achten Paares; der Tastsinn wird fast ausschließlich durch die Rückenmarknerven und die Gehirnnerven des fünften, neunten, zehnten und zwölften Paares erzeugt.

§. 203. **Die verschiedenen Funktionen der zwei Wurzeln der Rückenmarknerven.** Die mit dem Tastsinn oder Gefühlsvermögen begabten Nerven dienen auch zu den Bewegungen; es ist aber unzweifelhaft, daß das Vermögen, die Muskelcontraktionen zu erregen, und das Vermögen, die Sensationen fortzuleiten, nicht in den gleichen Elementarfasern wohnt, und wenn auch diese Nerven jene beiden Vermögen gleichzeitig besitzen, so kommt es nur von dem Umstande her, daß sie aus der Vereinigung der Gefühls- und Bewegungsfasern gebildet sind. Zwar ist es unmöglich, diese beiden Arten von Fasern während ihres Verlaufes von einander zu unterscheiden, aber an ihrem Ursprungspunkt ist diese Unterscheidung leicht zu machen, denn die Natur selbst hat sie hier getrennt. In der That, alle diese Nerven entspringen entweder aus dem Rückenmark oder aus der Basis des Gehirns aus zwei Wurzeln, und nach den interessanten Beobachtungen von Bell und Magendie hat man heutzutage keinen Grund mehr, zu zweifeln, daß die Fasern, aus welchen sich die eine Wurzel zusammensetzt, zur Fortpflanzung der Empfindungen dienen, während diejenigen, welche die andere Wurzel bilden, den Einfluß des Willens zu den Muskeln leiten, d. h. die willkürlichen Bewegungen der Muskeln erregen. Durchschneidet man die Hinterwurzeln eines Rückenwirbelnerven, so beraubt man diesen alsbald der Fähigkeit, die Eindrücke fortzuleiten; der von ihm mit Nervenzweigen versorgte Körpertheil wird unempfindlich; die Bewegungen aber bleiben dem Einflusse des Willens unterworfen, während das Abschneiden der Vorderwurzeln zwar eine Lähmung der Bewegungen bewirkt, keineswegs aber die Sensibilität zerstört, wofern nur die Hinterwurzeln unversehrt geblieben sind.

Schneidet man die Hinterwurzeln sämmtlicher Rückenmarknerven ab, so wird das Thier an seinen freiwilligen Bewegungen nicht gehindert, der ganze Leib aber wird völlig unempfindlich (mit Ausnahme des Kopfes, dessen Nerven in der Schädelhöhle entspringen). Die Hinterwurzeln sind also Gefühlsnerven und die Vorderwurzeln Bewegungsnerven, und aus ihrer Vereinigung geht ein Nerv hervor, der jene beiden Fähigkeiten zugleich zeigt.

Nicht alle Theile des Rückenmarks besitzen in gleichem Grade die Fähigkeit, die Sensationen fortzupflanzen und die Bewegungen zu erregen, vielmehr ist die Sensibilität an der hintern Seite dieses Organs weit stärker als an der vordern Seite desselben.

§. 204. **Das Ganaliensystem.** Was das Nervengangliensystem betrifft, so kann man sagen, daß ihm wenig oder gar keine Sensibilität innwohnt; man kann die Ganglien zerschneiden oder zerren, und eben so auch die Nerven, welche daraus abgehen, ohne Schmerzen und Zuckungen zu erregen. Auch ist zu bemerken, daß im gesunden Zustande die innern Organe, welche diese Nerven aufnehmen, in uns nur

* Tie von einem Nervenzeig abhängige Sensation wird auch noch durch die Ausdehnung auf das Organ bezogen, wo sich dieser Nerv ausbreitet, selbst wenn diese Erregung ihren Sitz weit näher dem Gehirne auf irgend einem Punkte des Weges, den dieser Nerv nimmt, hat. Drückt man also z. B. am Ellenbogen den Speichennerven (nervus radialis) zusammen, so glaubt man den Schmerz in der Hand zu fühlen, weil sich der fragliche Nerv in diesem Theile endigt. Aus gleichem Grunde empfindet man oft nach der Sektion eines Nerven einen Schmerzen in demjenigen Theil, wo sich der Nerv vertheilt, und wo die Sensibilität doch vollständig zerstört ist. Die Kenntniß dieser Thatsache erklärt uns auch, wie der Kranke nach der Amputation schmerzliche Empfindungen haben kann, deren Sitz in dem verlorenen oder hinweggenommenen Theil zu sein scheint; der Kranke bezieht sie instinktmäßig auf diejenigen Organe, wo sich die verschiedenen Verzweigungen des abgeschnittenen Nervens endigen.

schwache und verworrene Sensationen fortpflanzen, und daß sich nur in gewissen Krankheitszuständen ihre Sensibilität entwickelt. Es ist in diesem Falle zu vermuthen, daß die Sensationen vermittelst der, die Nerven des Gangliensystems mit jenen Rückenmarksnerven vereinigenden Zweigen zum Gehirne gelangen. Indessen macht dieser physiologische Punkt auf neue Forschungen Anspruch.

§. 205. **Die speziellen Sinnesorgane.** Der Apparat der Sensibilität ist meist bloß aus den verschiedenen Theilen des Nervensystems, dessen Anwendung wir angegeben haben, zusammengesetzt; die Nerven, welche die Fähigkeit besitzen, zum Gehirne die Sensationen überzupflanzen, welche uns von außen zukommen, endigen nicht frei nach außen, und können daher auch in keiner direkten Berührung mit den Agenzien stehen, welche diese Empfindungen hervorbringen; sie münden im Gegentheil in besondere Organe ein, welche die Bestimmung haben, die Erregung so zu sagen aufzunehmen und sie zu einer sichern Wirksamkeit zuzubereiten. Diese Werkzeuge sind die Sinnesorgane, und besonders durch ihre Vermittlung kommen uns die Sensationen zu, sind jedoch zur Aeußerung aller dieser Vermögen nicht unumgänglich nothwendig; der Tastsinn kann überall wirksam sein, wo Nerven zur weitern Fortpflanzung der gewöhnlichen Sensationen vorhanden sind, und bloß für die speziellen Sinne, d. h. für den Geschmack, den Geruch, das Gehör und das Gesicht ist diese Art Vermittlung zwischen den Nerven und der äußern Welt eine nothwendige Bedingung.

Da wir nun bis jetzt nur auf eine allgemeine Weise die Erscheinung der Sensibilität, sowie die Organe, welche der Sitz davon sind, betrachtet haben, so müssen wir jetzt auch mehr im Einzelnen jene Form untersuchen, in welcher sich jene Eigenschaft äußert, oder mit andern Worten, wir müssen uns jetzt mit der besondern Betrachtung eines jeden einzelnen Sinnes beschäftigen.

Der Tastsinn.

§. 206. Alle Thiere besitzen einen mehr oder weniger feinen Tastsinn, welcher sich hauptsächlich durch die Vermittlung der Haut äußert, womit die Oberfläche ihres Körpers bedeckt ist. Wir müssen also vor allen Dingen die Struktur dieser Haut untersuchen.

Bei dem Menschen ist die äußere Oberfläche des Körpers und die der innern, aber mit der Außenwelt in Verbindung stehenden hohlen Räume, wie z. B. der Speisekanal, mit einer mehr oder weniger dichten, und von den übrigen Theilen, welche sie bedeckt, wohl unterschiedenen Deckhaut bedeckt. Diese letztere Haut ist überall eine Fortsetzung von der ersteren, und beide bilden nur ein zusammenhängendes Ganzes. Ihre Eigenschaften sind jedoch nicht überall die gleichen; man bezeichnet sie mit verschiedenen Namen, wenn sie sich nach innen umschlägt, um die innern Höhlen auszukleiden, oder wenn sie sich auf der äußern Oberfläche des Körpers ausbreitet. Der innere Theil der allgemeinen Deckhaut wird **Schleimhaut** (membrana mucosa) und der äußere Theil **Haut** oder **äußere Haut** (cutis) genannt.

§. 207. **Struktur der Haut.** Die Haut setzt sich aus zwei Hauptschichten zusammen: der Lederhaut (corium) und der Oberhaut (epidermis). Die **Lederhaut** bildet die untere und dickere Schichte der Haut. Sie ist weißlich, geschmeidig, ziemlich elastisch und schwer zerreißlich. Man unterscheidet darin sehr viele Fasern und Blätter (Lamellen), die ein dichtes Gewebe bilden. Ihre innere Fläche ist mit den benachbarten Theilen durch eine mehr oder weniger dicke Zellengewebschichte vereinigt und gibt den zur Bewegung dienlichen Muskelfasern einige Anheftpunkte. Ihre Oberfläche ist mit einer großen Anzahl kleiner röthlicher Hervorragungen übersäet, welche sehr empfindlich sind und paarweise in gewissen Körpertheilen, z. B. auf der innern Fläche der Hände und den Fingerspitzen liegend, regelmäßige Reihen bilden. Man bezeichnet sie mit dem Namen **Hautwärzchen** oder **Papillarkörper** (papillæ corii). Die Lederhaut gewisser Thiere gibt durch Gerben das Leder.

Die **Oberhaut** (epidermis) ist eine Art halbdurchsichtigen Ueberzugs, welcher die Lederhaut bedeckt und sich auf der Oberfläche derselben so aufdrückt, daß sie dieselbe in ihrer Form treu wieder gibt; sie ist weder ein empfindlicher noch ein lebender Theil, sondern ein Stoff, der von der Lederhaut ausgeschieden zu sein scheint und nur durch die Vertrocknung eine gewisse Festigkeit erhält, daher ist sie in benjenigen Körpertheilen, die dem Einflusse der Luft entzogen sind, immer weich und wenig ausgesprochen. Sie ist aus einer mehr oder weniger beträchtlichen Anzahl übereinander gelegter Schichten zusammengesetzt, wovon die unterste, die ihre Weichheit beibehält und die färbende Substanz (Pigment), der die Haut ihre Farbe verdankt, einschließt, von vielen Anatomen als eine besondere Haut betrachtet und als **Malpighisches Schleimnetz** (rete s. mucous Malpighi) bezeichnet worden ist. Bei dem Menschen und den Saugethieren lösen sich die obersten Schichten der Epidermis nach und nach von der Haut ab und fallen in der Form eines aus kleinen Schüppchen zusammengesetzten weißlichen Staubes ab; sie schält sich zuweilen auch in ihrer ganzen Dicke ab und läßt die Lederhaut nackt; dies tritt z. B. ein, wenn sich bei einem Brandmahle über der Haut eine Blase bildet; sie ersetzt sich jedoch sehr bald wieder. Endlich gibt es Thiere, die sich zu bestimmten Perioden mit einer neuen Epidermis bekleiden und die alte abstreifen, jedoch ohne sie zu zerreißen oder zu verunstalten; von dieser Erscheinung bieten uns die Schlangen ein merkwürdiges Beispiel dar.

Auf der Oberfläche der Epidermis beobachtet man eine Menge kleiner Oeffnungen, die sogenannten **Hautporen**. Sie entsprechen dem Gipfel der bereits erwähnten Papillen und gestatten einen freien Durchgang dem Schweiße, dieser sauren Flüssigkeit, welche sich durch die Sekretion gebildet hat und nicht mit dem Wasser zu verwechseln ist, welches aus der Oberfläche der Haut beständig ausdünstet und die sogenannte unmerkliche Ausdünstung bildet. Diese außerordentlich kleinen Poren gehen nicht durch die Lederhaut hindurch, und sind nichts Anderes als die Ausmündungen der Ausführungsgänge von eben so vielen kleinen Bläschen, die in der Hautsubstanz eingelagert sind und den Schweiß absondern.

Auf der Oberfläche dieser Haut findet man auch noch größere Oeffnungen; aus den einen wachsen die Haare heraus, auf deren Bildungsweise wir später zurückkommen werden, während die andern eine, durch die Drüsen, die im Innern der Lederhaut liegen, abgesonderte fette Substanz hindurchsickern lassen; endlich steht man noch an einigen Stellen der Körperoberfläche aus der Hautsubstanz hornartige Platten, die Nägel, herausstreten, die ihrer Natur nach den Haaren ähnlich sind.

§. 208. Die Funktion der Epidermis besteht hauptsächlich darin, daß sie der Verdünnung der in dem Körper enthaltenen Feuchtigkeiten Hindernisse entgegensetzen, und die eigentliche Haut vor der unmittelbaren Berührung der fremdartigen Körper so schützen, daß die durch diese Berührung erzeugten Eindrücke gemäßigt werden. Daß dieser dichte Ueberzug an und für sich selbst unempfindlich ist, haben wir bereits gesehen, und da sie immer zwischen der Lederhaut und der äußeren Gegenstände, deren Berührung in dieser Haut die Empfindungen erzeugt, gelegen ist, so ist

es leicht begreiflich, daß, je dichter die Epidermis ist, desto mehr auch die Lederhaut dem Einflusse der äußern Körper entzogen sein muß, und desto schwächer auch die Eindrücke, die sie empfindet, sein müssen. In einigen Theilen des Körpers, z. B. der Fußsohle, zeigt nun die Epidermis eine beträchtliche Dicke, während sie in andern — an den Fingerspitzen, an den Lippen ꝛc., außerordentlich dünne ist. Auch bemerkt man, daß überall, wo die Haut den Reibungen ausgesetzt ist, sich die Epidermis verdichtet. Ueberdies weiß Jedermann, mit welch dicker, harter und rissiger Hautschichte die Hände der Schmiede und ähnlicher Arbeiter bedeckt sind. Auch bekrustet sich die Epidermis einiger Thiere mit Kalksubstanzen, wodurch sie gänzlich unbiegsam wird; sie macht in diesem Falle die Oberfläche des Körpers völlig unempfindlich.

§. 209. Das Gefühlsvermögen der Haut hat seinen Sitz in der Lederhaut und ist von den Nerven abhängig, die sich in ihrer Substanz verbreiten und der Klasse der Gefühlsnerven angehören, welche, wie wir wissen, in dem Rückenmarke und der Basis des Gehirns aus zwei Wurzeln entspringen, und den Fasern ihrer hintern Wurzeln die Eigenschaft der Fortpflanzung der Empfindungen verdanken. Diese Nerven laufen fast alle büschelförmig in den Papillen der Lederhaut zu Ende; darum besitzen auch diese Papillen den Tastsinn im höchsten Grade, und da, wo sie sich am zahlreichsten finden, ist auch dieser Sinn am meisten ausgesprochen.

§. 210. **Die speziellen Tastorgane.** Der Tastsinn oder Tastsinn ist in der Art, wie er sich in allen Theilen der Oberfläche unseres Körpers vorfindet, genügend, um uns die Consistenz, die Temperatur und einige andere Eigenschaften, der mit ihr in Berührung stehenden Körper erkennen zu lassen. Dieser Sinn ist alsdann so zu sagen nur auf eine passive Weise thätig und kann Gefühl genannt werden; ein anderes Mal aber ist der mit diesem Sinne begabte Theil aktiv; Muskelzusammenziehungen, geleitet von dem Willen, vervielfältigen und variiren die Berührungspunkte, und man gibt alsdann diesem Sinne den Namen Tastsinn.

Der Tastsinn ist also nur ein vervollkommnetes und thätig gewordenes Gefühl, kann aber nicht in allen mit dem Gefühlssinne begabten Theilen thätig sein, sondern nur Organen angehören, die so beschaffen sind, daß sie die ihrer Prüfung unterworfenen Gegenstände umfassen können.

Beim Menschen ist die Hand das spezielle Tastorgan, weil ihr Bau der Aeußerung dieses Sinnes sehr günstig ist; ihre Epidermis ist dünne, glatt und sehr geschmeidig; ihre Lederhaut ist mit Papillen und Nerven reichlich versehen und ruht auf einer dicken Schichte von sehr elastischem und fettem Zellgewebe; die Beweglichkeit und Biegsamkeit der Finger sind außerordentlich, und beträchtlich ist die Länge dieser Organe. Solche Umstände sind die vortheilhaftesten, denn sie suchen die Sensibilität dieses Theiles zu vermehren und gestatten ihm eine Anwendung selbst auf die unregelmäßigst geformten Gegenstände. Indessen gibt es noch eine andere organische Disposition, welche zur Vollkommenheit unseres Tastsinns nicht weniger beiträgt; dies ist die Fähigkeit des Menschen, den Daumen den übrigen Fingern so entgegen setzen zu können, daß er die kleinsten Gegenstände zwischen diesenigen Handtheile zu drücken vermag, welche gerade die ausgesuchteste Empfindlichkeit besitzen. Bei den meisten Thieren sind die Tastorgane weit weniger günstig gebaut. Man sieht z. B. bei den Säugethieren, daß dieser Sinn in dem Maße abgestumpfter wird, als die Zehen (Finger) weniger biegsam werden und sich die Klauen, womit sie bewaffnet sind, mehr entwickeln; manchmal jedoch sind die Hände durch Organe von einer fast eben so vollkommenen Structur ersetzt, wozu uns der Elephantenrüssel (Fig. 6) ein Beispiel liefert; endlich gibt es Thiere, die hauptsächlich ihre Zunge als Tastorgan gebrauchen, und wiederum sind andere mit besonderen Fortsätzen versehen, welche eine gleiche Anwendung finden und Fühlfäden, Freßzangen (Palpen) ꝛc. genannt werden (Fig. 6 u. 8).

§. 211. Durch den Tastsinn erfahren wir mehr oder weniger genau die meisten physikalischen Eigenschaften der Körper, z. B. ihre Dimensionen, Form, Temperatur, Consistenz, den Grad der Glätte ihrer Oberfläche, ihr Gewicht, ihre Bewegungen ꝛc. Dieser Sinn ist so vollkommen, daß mehrere Philosophen der alten und neuen Zeit ihn für weit nützlicher hielten, als das Gesicht und das Gehör, und ihn sogar als die Quelle unserer Intelligenz betrachteten; diese Meinungen sind aber offenbar übertrieben, insofern der Tastsinn kein Vorrecht vor den übrigen Sinnen hat; und überdies gibt es einige Affen, bei welchen die Intelligenz vergleichungsweise weit weniger entwickelt ist, als bei dem Menschen und dessen ungeachtet fast eben so vollkommene Tastorgane besitzen, wie der Mensch.

Der Geschmacksinn.

§. 212. Dieser Sinn wird, wie der Tastsinn, durch die Berührung der äußern Gegenstände in gewissen Punkten unseres Körpers in Thätigkeit gesetzt; er läßt uns aber Eigenschaften erkennen, welche dem Tastsinn entgehen, nämlich die Geschmäcke der Körper.

§. 213. **Die Geschmäcke.** Nicht alle Substanzen wirken auf unser Geschmacksorgan. Die einen sind stark schmeckend, andere sind es wenig, und sehr viele sind völlig geschmacklos. Die Ursache dieser Unterschiede weiß man nicht, aber man bemerkt, daß die im Wasser unauflöslichen Körper in der Regel ohne Geschmack sind, während die auflöslichen mehr oder weniger schmeckend sind. Ihre Auflöslichkeit scheint sogar eine für die Wirksamkeit auf das Geschmacksorgan nothwendige Bedingung zu sein; denn ist dieses Organ vollständig trocken, so gibt es uns kein Gefühl von dem Geschmacke der Stoffe mehr; auch kennt man Substanzen, welche in ihrem gewöhnlichen Zustande geschmacklos sind, wenn sie sich nicht in Wasser auflösen, hingegen einen starken Geschmack erhalten, wenn es gelingt, dieselben in irgend einer andern Flüssigkeit, z. B. in Weingeist, aufzulösen.

§. 214. **Das Geschmacksorgan.** Die Kenntniß des Geschmacks der Körper dient hauptsächlich dazu, die Thiere in der Wahl ihrer Nahrung zu leiten, daher dieses Organ immer am Eingange des Speisekanals liegt. Sein Hauptsitz ist die Zunge; indessen können auch die andern Theile des Mundes die Empfindung des einen oder des andern Geschmacks haben.

Die Schleimhaut, welche die Zunge des Menschen bedeckt, ist reichlich mit Blutgefäßen versehen und zeigt auf dem Rücken dieses Organes zahlreiche Erhabenheiten von verschiedener Form, welche ihre Oberfläche rauh machen. Diese Erhabenheiten oder Papillen sind von verschiedener Natur; die einen, linsenförmig und nicht sehr zahlreich vorhanden, bestehen in eben so vielen Anhäufungen von Schleimdrüsen; andere, schwammförmig oder kegelförmig und sehr zahlreich vorhanden, sind Gefäß- und Nervendrüsen; diese letzteren bedecken die Endverzweigungen des Zungennerves und scheinen ihre Hauptanwendung in dem Geschmackssinn zu finden.

Die Zunge, deren Masse aus zahlreichen, sich durchkreuzenden Muskeln gebildet ist, erhält die Aeste mehrerer Nerven; die einen dienen dazu, die Bewegungen in der Zunge zu erregen, die andern haben dem Gehirne die Eindrücke des Geschmacks zuzuführen. Der dreifach getheilte Geschirnerv oder der Nerv des fünften Paares (nerv. trigeminus) übt diese letzteren

Funktionen aus. Er entspringt in dem obern Ende des Rückenmarks (Fig. 54) und theilt sich nach seinem Austritt in drei Hauptäste, nämlich: in den Augennerven (ramus primus s. ophthalmicus), welcher sich in den Schapparat begibt rc.; in den Oberkiefernerven (ramus secundus s. nervus maxillaris superior), welcher sich in der obern Kinnlade und in der Wange verzweigt; in den Unterkiefernerven (ramus tertius s. nervus maxillaris inferior), dessen einer Hauptast Zungennerv (nervus lingualis) heißt und in der Schleimhaut der Zunge zu Ende läuft.

§. 215. Schneidet man diesen Zungennerven einem lebenden Thiere ab, so lähmt man die Bewegungen der Zunge nicht, macht aber dieses Organ für den Geschmack unempfindlich; durchschneidet man den Stamm des dreifachen Nerven bei seinem Ursprunge, so zerstört man nicht bloß den Schmeckſinn der Zunge, sondern auch den der übrigen Theile des Mundes.

Das Abschneiden der Zungenfleischnerven oder der Nerven des elften Paares (nervus hypoglosus), welche sich gleichfalls in die Zunge begeben, beraubt das Thier ebenfalls nicht der Fähigkeit, zu schmecken, zerstört aber die Bewegung in der Zunge und in den andern Theilen, wo sich diese Nerven ausbreiten.

Es folgt also daraus, daß derjenige Zweig des Nerven des fünften Paares, der sich in der Zunge ausbreitet, der spezielle Nerv des Geschmackſinns ist. Aber auch die Nerven des neunten Paares oder die Zungen-Schlundnerven (nervus glossopharyngeus), welche sich hauptsächlich um den Schlund herum verbreiten und den Zähnfinn dieses Theils beherrschen, scheinen mit einem gewissen Schmeckſinn begabt zu sein.

§. 216. Die Zunge der übrigen Säugethiere hat beinahe den nämlichen Bau; bei den Vögeln aber ist sie im Allgemeinen knorpelig und mit Nervenpapillen versehen: auch ist der Geschmack bei diesen Thieren mehr oder weniger abgestumpft. Dieser Sinn scheint bei den Fischen beinahe Null zu sein, und bei den untern Thieren scheint er keinen Sitz in keinem besondern Apparate zu haben, sondern in allen Theilen der Mundöffnung zu sein.

Der Geruchsſinn.

§. 217. Gewisse Körper besitzen die Eigenschaft, in uns Empfindungen von einer besondern Natur zu erregen, welche weder mit Hülfe des Taſtſinnes, noch vermittelst des Schmeckſinnes aufgefaßt werden können, und nur von den ausgedünsteten Gerüchen herrühren.

Die Gerüche werden durch außerordentlich feine Theilchen erzeugt, welche den riechenden Körpern entweichen und sich wie die Dünſte in der Atmosphäre verbreiten. Nicht alle flüchtigen oder gasförmigen Körper sind riechend, sondern in der Regel verbreiten diejenigen, welche sich nicht leicht in Dünſte umwandeln können, wenig oder gar keinen Geruch; und in den meisten Fällen sieht man die riechenden Substanzen diese Eigenschaft in einem um so höhern Grade annehmen, in je günstigere Umstände für ihre Verflüchtigung sie gesetzt werden. Uebrigens ist die Menge des riechenden Stoffes, der sich zur Erzeugung selbst der stärksten Gerüche in der Luft verbreitet, außerordentlich gering. Ein Beispiel hiezu kann uns der Moschus liefern, welcher, ohne sein Gewicht merklich zu verändern, sehr lange die Luft eines Zimmers mit Geruch erfüllen kann. Eine Menge Körper, z. B. das Waſſer, die Kleidungsſtoffe rc., können diese Dünſte in sich aufnehmen und gleichfalls riechend werden; dagegen gibt es andere, z. B. das Glas, welche sich ihrem Durchgange gänzlich entgegensetzen. Wir können sehr entfernte Körper riechen; damit aber unser Geruchsſinn erregt werde, müssen die riechenden Theilchen von diesen Körpern weggeführt werden und mit dem zu ihrer Aufnahme bestimmten Organe in Berührung kommen. Und in diesem Punkte ist der Mechanismus des Riechens dem des Schmeckens und des Fühlens analog, während er sich, wie wir bald sehen werden, zum Gesicht und Gehör ganz anders verhält.

§. 218. Die Luft ist der gewöhnliche Träger der Gerüche; sie ist es, welche diese weithin trägt, und sie ist es auch, welche dieselbe zu uns gelangen läßt. Es ist also klar, daß das zu ihrer Wahrnehmung bestimmte Organ immer so liegen muß, daß sie mit ihm in Berührung kommen können; und dies ist auch wirklich der Fall, denn es befindet sich am Eingang der Respirationswege, und zwar nicht allein bei dem Menſchen, sondern auch bei allen übrigen Säugethieren, den Vögeln und Reptilien.

Bei allen diesen Wesen hat der Geruchsſinn seinen Sitz in der Naſenhöhle (cavitas narium), durch welche beſtändig die Luft hindurchſtrömt, welche sich der Respiration wegen in die Lungen begibt.

§. 219. Bekanntlich steht die Naſenhöhle nach unten mit der Außenwelt durch die Naſenlöcher (Fig. 59, b) in Verbindung und öffnet sich nach hinten im Schlunde (c): sie ist durch eine senkrechte Scheidewand, welche ihre Richtung von vornen nach hinten nimmt und in der Mittellinie des Kopfes liegt, in zwei Höhlen getheilt; ihre Wände sind aus verschiedenen Gesichtsknochen und aus den Naſenknorpeln gebildet; ihre Ausdehnung ist sehr beträchtlich. Bei dem Menſchen bemerkt man an jeder äußern Wand drei hervorſpringende gewundene Knochenplatten, welche die Naſenmuſcheln (conchæ narium) genannt werden (g, i, k). Diese Naſenmuſcheln vergrößern die Oberfläche jener Scheidewand und sind unter sich durch Längsfurchen, die sogenannten Naſengänge (meatus narium), (f, h, d geschieden. Diese Vertiefungen stehen mit mehr oder weniger weiten Höhlen, welche im Innern des Stirnbeins** des Oberkieferknochens rc. enthalten sind, in Verbindung. Die die Naſenhöhle auskleidende Schleimhaut wird Naſenſchleimhaut (membrana mucosa s. pituitaria nasi) genannt; sie ist dick und verlängert sich über den Rand der Muſcheln hinaus, so daß die Luft die Riechhöhlen nur in sehr engen und ziemlich langen Gängen durchſtrömen kann, und die geringste Anſchwellung dieser Haut den Uebergang dieses Fluidums schwierig oder selbst unmöglich macht. Die Oberfläche der Naſenschleimhaut zeigt eine Menge kleiner Vorſprünge, welche ihr ein sammtartiges Anſehen geben; auch bemerkt man daran eine durch mikroskopiſch kleine Härchen oder Wimpern hervorgebrachte Vibrationsbewegung, welche mit der schon bei einer andern Gelegenheit erwähnten eine Aehnlichkeit hat; endlich wird sie unaufhörlich durch eine mehr oder weniger zähe Flüſſigkeit, d. h. den Naſenſchleim, welcher sich größtentheils in den schon erwähnten Stirnhöhlen zu bilden scheint, angefeuchtet und schlüpfrig erhalten, und erhält ziemlich zahlreiche Nervenfäden, wovon die einen aus den Nerven des fünften Paares und die andern aus dem Geruchsnerven oder dem ersten Paare kommen.

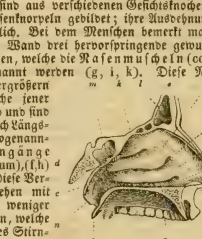


Fig. 59.

* Dieser vertikale Schnitt der Naſenhöhlen zeigt die äußere Wand einer dieser Höhlen: *a* der Mund; — *d* ein Theil der Stirnschalenhöhle; — *e* die Stirne; — *m* Keilbeinhöhle (sinus sphenoidalis); — *n* der Eingang der Euſtachiſchen Röhre (tuba Eustachii); — *o* das Gaumensegel (velum palatinum).

** Die Stirnhöhlen (sinus frontales) *cf*, Fig 59) sind beim Kinde nicht vorhanden, entwickeln sich aber mit der Zeit und erreichen sehr beträchtliche Ausdehnungen. Diese Höhlen tragen am meisten dazu bei, daß der untere Theil der Stirne über die Naſenwurzel hinauſragt.

Der Mechanismus des Riechens ist sehr einfach; denn es ist weiter nichts nöthig, als daß der Nasenschleim die in der Luft verbreiteten riechenden Theilchen aufnehme, und daß diese Theilchen durch denjenigen Theil der Schleimhaut festgehalten werde, der die Verzweigungen des Geruchsnerves enthält.

Aus dem Ebengesagten ersieht man leicht die Wichtigkeit des Nasenschleims auf die des Geruchsinnes, und begreift ohne Schwierigkeit, wie die während des Schnupfens, den rheumatischen Krankheiten des Gehirns eintretenden Veränderungen in der Beschaffenheit dieser Flüssigkeit diesen Sinn momentan aufheben können.

Der Riechnerv hat die Bestimmung, auf das Gehirn die durch die Gerüche erzeugten Eindrücke zu leiten; seine zahlreichsten Verzweigungen finden sich in dem obern Theile der Nasenhöhlen, wo sich auch zugleich der Nasenschleim am reichlichsten findet und die Luftgänge am engsten sind; ferner werden die Gerüche in diesem Theile am leichtesten und lebhaftesten empfunden. Es scheint selbst, daß der Hauptnutzen der Nase darin besteht, dem Strom der eingeathmeten Luft eine Richtung nach der Wölbung der Nasenhöhen zu geben.

Die Ausdehnung der Schleimhaut ist einer derjenigen Umstände, die den größten Einfluß auf die Thätigkeit dieses Sinnes zu haben scheinen; in dieser Hinsicht ist der Mensch bei weitem nicht das am meisten begünstigte Geschöpf, vielmehr erreicht der Geruchsapparat bei den fleischfressenden Säugethieren, den Wiederkäuern und einigen Dickhäutern seine höchste Entwickelung; bei diesen letzteren Thieren sind die Nasenmuscheln außerordentlich complicirt, und zeigen, wie wir später sehen werden, einen sehr merkwürdigen Bau. Bei den Reptilien dagegen ist dieser Apparat sehr einfach.

§. 221. Bei Thieren, welche im Wasser leben, ist der Geruchssinn durch die Vermittlung dieser Flüssigkeit thätig; das Organ, welches der Sitz dieses Sinnes ist, bietet einen andern Bau dar, als bei den in der atmosphärischen Luft athmenden Thieren. So sind z. B. bei den Fischen die Nasenhöhlen in keiner Verbindung mit dem Schlunde, sondern sind hohle Räume, die sich blindsackförmig schließen, und die Schleimhaut, womit sie ausgekleidet sind, zeigt eine Menge Falten, die wie die von einem Mittelpunkt ausgehenden Strahlen aussehen oder parallel, wie die Zähne eines Kammes, zu jeder Seite eines Streifens aneinander gereiht sind.

Endlich gibt es auch viele Thiere, an welchen man bis jetzt noch kein spezielles Geruchsorgan entdeckt hat, die aber dessen ungeachtet einen sehr feinen Geruchssinn besitzen; dahin gehören die Insekten, die Crustaceen, die Mollusken ꝛc.

Der Gehörsinn oder das Gehör.

§. 222. **Der Bau des Gehörapparates.** Das Gehör ist diejenige Funktion, welche uns den, durch die schwingenden Körper erzeugten Schall wahrnehmen lassen.

Der Gehörapparat ist sehr zusammengesetzt; die verschiedenen Theile, aus welchen er besteht, sind meistens außerordentlich klein; auch nimmt er nur wenig Raum ein und ist beinahe ganz in einem knöchernen Vorsprung eingeschlossen, welcher zu beiden Seiten des Kopfes in das Innere des Hirnschädels vorrückt und denjenigen Theil des Schläfenbeines bildet, der wegen seiner Härte das Felsenbein (os petrosum) genannt wird (Fig. 60, e).

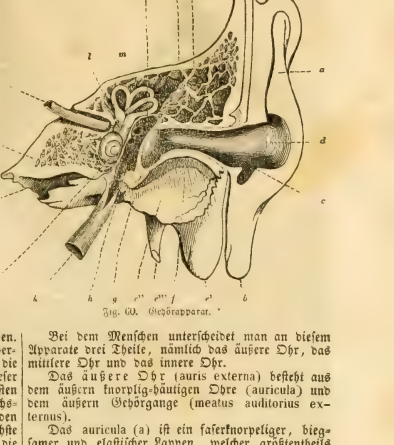


Fig. 60. Gehörapparat.*

Bei dem Menschen unterscheidet man an diesem Apparate drei Theile, nämlich das äußere Ohr, das mittlere Ohr und das innere Ohr.

Das äußere Ohr (auris externa) besteht aus dem äußern knorplig-häutigen Ohre (auricula) und dem äußern Gehörgange (meatus auditorius externus).

Das auricula (a) ist ein faserknorpeliger, biegsamer und elastischer Lappen, welcher größtentheils vollkommen frei und am Rande des Gehörganges angewachsen ist. Die Haut, welche es bedeckt, ist dünne, trocken und sehr angespannt; seine Oberfläche krümmt sich verschiedenartig und zeigt verschiedene Erhabenheiten und Vertiefungen, wovon sich die bedeutendste Ohrmuschel (concha auris) (d) nennt. Diese bildet einen sehr flachen Trichter, welcher sich im Gehörgang (f) fortsetzt, der in das Schläfenbein eindringt und sich zuerst nach oben und nachher wieder nach vornen krümmt. Die den Gehörgang auskleidende Haut endigt sich nach hinten in einem Blindsack; unter ihr findet man eine große Anzahl kleiner Talgdrüsen, welche die gelbe, bittere und unter dem Namen Ohrenschmalz (cerumen) bekannte Substanz liefern.

Das mittlere Ohr (tympanum) besteht aus dem Trommelfell, der Trommelhöhle und den davon abhängenden Theilen.

* Diese Figur stellt einen Vertikalschnitt des Gehörapparates vor, dessen innere Theile etwas vergrößert sind, um sie deutlicher zeigen zu können: — *a* das auricula; — *b* das Ohrläppchen (lobulus auriculæ); — *c* eine kleine Erhabenheit, die sogenannte Gegenecke oder die hintere Ohrklappe (antitragus); — *d* die Ohrmuschel (concha auris), dessen Grund sich im äußern Gehörgang fortsetzt; — *e* der Felsentheil des Schläfenbeines oder das Felsenbein, in welchem der Gehörapparat liegt; — *e'* der Zitzenfortsatz (processus mastoideus) des Schläfenbeins; — *e''* ein Theil der Gelenkpfanne des Schläfenbeins, womit der Unterkiefer artikulirt; — *e'''* der Griffelfortsatz (processus styloideus) des Schläfenbeins, der als Anheftepunkt für die Muskeln und Bänder des Zungenbeins dient; — *e''''* Ende des Kanals, durch welche die innere arteria carotis hindurchgeht, um dadurch zur Hirnschädelhöhle gelangen zu können; — *f* äußerer Gehörgang (meatus auditorius externus) — *g* das Trommelfell (membrana tympani); — *h* die Paukenhöhle (cavitas tympani), aus der man die Gehörknöchelchen genommen hat; — *i* Oeffnungen, die von der Paukenhöhle in die Schläfenbeinzellen (*j*) führen: an der innern Seitenwand der Paukenhöhle bemerkt man die beiden Oeffnungen, wovon man das eine das runde oder Schneckenfenster (fenestra rotunda s. cochleæ) und das andere — das runde oder Vorhofsfenster (fenestra ovalis s. vestibuli) nennt; — *k* die Eustachische Röhre (tuba Eustachii), welche von der Paukenhöhle oben in den Pharynx führt; — *l* der Vorhof oder Vorlauf (vestibulum); — *m* die Bogengänge oder halbzirkelförmige Kanäle (canales semi-circulares); — *n* die Schnecke (cochlea); — der Gehörnerv (nervus acusticus).

Fig. 61. Das mittlere Ohr mit den Gehörknöchelchen. *

Die Trommelhöhle (cavitas tympani) (Fig. 60, h) ist eine unregelmäßig geformte Höhle, welche in die Substanz des Felsenbeins eingesenkt ist und auf den Gehörgang folgt, von dem sie durch eine häutige, stark angespannte und sehr elastische Scheidewand, das sogenannte Trommelfell (membrana tympani) (g) getrennt ist. Gegenüber der Oeffnung, in welche das Trommelfell gleichsam eingefügt ist (o. h. im innern Theile der Paukenhöhle), befinden sich zwei andere Löcher, welche auf gleiche Weise durch eine ausgespannte Haut verschlossen sind; man nennt sie ihrer Form wegen rundes oder Schneckenfenster (fenestra rotunda s. cochleæ) und eiförmiges Fenster (fenestra ovalis). An der hintern Seite der Trommelhöhle sieht man eine Oeffnung, welche in die Zellen des Schläfenbeinfortsatzes führen; an ihrer untern Wandung bemerkt man die Mündung der Eustachischen Röhre (tuba Eustachii) (Fig. 60, k), die eine lange und enge, in dem hintern Theile der Nasenhöhlen (Fig. 59, n) ausmündende Röhre ist und somit eine Verbindung zwischen der Paukenhöhle und der äußern Luft herstellt. Durch diese Höhle läuft eine Kette kleiner Knöchelchen hin (Fig. 61), welche sich von dem Trommelfell an bis zur Haut des ovalen Fensters erstreckt und sich mit Hülfe eines seitwärts gerichteten Astes (g) gegen die hintere Wand der Paukenhöhle stützt.

Dieser Knöchelchen sind es vier, welche die Benennungen Hammer (malleus) (Fig. 62, a), Amboß (incus) (b), linsenförmiges Knöchelchen (ossiculum lenticulare) (c) und Steigbügel (stapes) (d) haben. Ein kleiner, dem Hammer angehöriger Fortsatz, der einem Griff oder Stiel verglichen werden kann, stützt sich gegen das Trommelfell (c, Fig. 61), während die Basis des Steigbügels auf der Haut des Ovalfensters ruht. Kleine Muskeln (i, k), die an diese Knöchelchen geheftet sind, geben ihnen eine Bewegung, in Folge derselben sie mehr oder weniger stark auf diese Häute drücken und folglich den Grad der Spannung derselben vermehren oder vermindern.

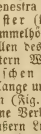


Fig. 62. Gehörknöchelchen.

Auch das innere Ohr (auris intima) ist ganz in dem Felsenbein eingeschlossen. Es setzt sich aus mehreren, unter sich in Verbindung stehenden Höhlen, dem Vorhofe (vestibulum), den halbkreisrunden Kanälen oder Bogengängen (canales semicirculares) und der Schnecke (cochlea) zusammen. Der Vorhof (Fig. 60, l) nimmt den mittleren Theil ein und steht durch das Ovalfenster mit der Paukenhöhle in Verbindung. Die obengenannten Kanäle (m) erheben sich über der obern und hintern Fläche des Vorhofes; es sind ihrer drei, welche die Form abgerundeter und an dem einen Ende zu einer hohlen Kugel angeschwellter Röhren haben. Die Schnecke (cochlea) (n) ist ein ganz eigenthümliches Organ, das spiralförmig wie ein Schneckengehäus, von dem es den Namen hat, gewunden ist; seine Höhle wird durch eine halb häutige, halb knöcherne Längescheidewand, das Spiralblatt (lamina spiralis), in zwei Theile getheilt; sie communicirt mit dem Innern des Vorhofes und ist von der Paukenhöhle bloß durch die Haut des runden Fensters geschieden. Dieser letztere hohle Raum ist mit Luft angefüllt; das innere Ohr hingegen enthält eine wässerige Flüssigkeit, und die Haut, welche die Vorkammer, sowie die halbkreisrunden Kanäle auskleidet, legt sich nicht an den knochernen Wänden dieser Höhlen an, sondern ist gleichsam in den Höhlen aufgehängt.

Das achte Hirnnervenpaar, welches aus dem verlängerten Mark, nahe bei den sogenannten strangförmigen Körpern (corpora restiformia) entspringt und von der Cerebro-Spinalare zwischen dem Hirnschenkel des kleinen Gehirns und der Varolsbrücke abgeht ꝛc., dringt in das Felsenbein durch einen knöchernen Kanal, den sogenannten innern Gehörgang ein und endigt sich im Innern der häutigen Säcke der Vorkammer und der halbkreisrunden Kanäle, so wie in der Schnecke. Von ihm hängt die Sensibilität des Gehörorganes ab; man nennt ihn aus diesem Grunde den Gehörnerven (nervus acusticus).

§. 223. **Mechanismus des Gehörs.** Dies sind nun die Hauptheile des Gehörapparates bei dem Menschen und denjenigen Thieren, welche sich ihm zunächst anreihen. Wir wollen jetzt sehen, welche Wichtigkeit ein jeder von ihnen für die Funktionen des Gehörs hat.

Die Bestimmung des Gehörs ist die, sagten wir, uns den Schall wahrnehmen zu lassen.

Der Schall ist das Resultat einer sehr schnellen, an tönenden Körpertheilchen vorgehenden schwingenden Bewegung. Um sich davon zu überzeugen, streue man feinen Sand auf eine Glasscheibe oder auf den Resonnanz einer Violine, und bringe an dieser Scheibe oder diesem Instrumente irgend einen Ton hervor; alsbald wird man die Sandkörner bewegt und in die Luft geschleudert sehen, und zwar wird dies mit um so mehr Stärke geschehen, je stärker der Ton sein wird. Die Undulationen des tönenden Körpers theilen sich der mit seiner Oberfläche in Berührung stehenden Luft mit, wie sie sich in dem vorhergehenden Versuche dem Sand mitgetheilt haben; die Töne pflanzen sich auf diese Weise fernhin fort. Damit wir sie nun auch hören können, so müssen die Vibrationsbewegungen bis zum innern Ohre gelangen, und unter ihrem Einflusse muß die Flüssigkeit, welche den Gehörnerven unmittelbar umgibt, selbst auch in eine vibrirende Bewegung kommen. Um eine nähere Kenntniß von dem Gehörmechanismus zu erhalten, hat man also den Gang der Vibrationsbewegungen durch die verschiedenen Theile des Gehörapparates, welche zwischen der äußern Luft und dem Gehörnerven liegen, hindurch zu verfolgen.

§. 224. Zuerst treffen die Schallwellen der Luft das auriculа. Bei Thieren, wo dieser Theil eine Muschelform hat, dient es zur Reflexion der Schallwellen und zur Verstärkung des Schalls, welcher zu seinem engen Ende gelangt, was durch einen Versuch leicht dargethan werden kann. Es ist Jedermann bekannt, daß übelhörende Personen mit einer größern

* Diese Figur zeigt die äußere Wandung der Trommelhöhle, das Trommelfell, die Gehörknöchelchen und ihre Muskeln in vergrößertem Maßstabe: a a die Einfassung des Trommelfells; — b das Trommelfell; — c der Stiel des Hammers, der mit seinem äußern Ende auf der Mitte des Trommelfells ruht; — d der Kopf des Hammers, ein Gelenk mit dem Amboß bildend; — e ein Fortsatz, der sich über dem Hals des Hammers bildet und sich in die Gelenkhöhle des Schläfenbeins einsenkt; an sein Ende heftet sich der vordere Muskel des Hammers an; — f der innere Muskel des Hammers; — g der Amboß, dessen horizontaler Ast sich gegen die Wände der Paukenhöhle stützt, während der vertikale mit dem Linsenknochen (h) artikulirt und der Grundtheil auf der Haut des einunden Fensters aufruht; - k der Muskel des Steigbügels.

Leichtigkeit hören, wenn sie an das Ohr einen ähnlichen Trichter bringen; dehnt man über der offenen Spitze einer aus Pappe verfertigten konischen Röhre eine dünne und mit seinem Sande bestreute Haut aus, so wird man sehen, daß die Bewegungen dieses Sandes weit stärker sind, wenn der Ton auf der erweiterten Seite des Trichters zur Membrane gelangt, als wenn er von der entgegengesetzten Seite herkommt.

Bei dem Menschen haben die Ohrmuschel und der äußere Gehörgang die nämlichen Funktionen; allein die übrigen Theile des äußern Ohres sind nicht so eingerichtet, daß sie auf genannte Weise die Töne auf das Trommelfell zurückwerfen könnten, und ihr Nutzen ist hier auch nicht sehr groß, denn der Verlust des ganzen äußern Ohres schwächt das Gehör nur sehr wenig.

Die in dem auricula oder in den benachbarten Theilen des Kopfes durch die Schallwellen erregten Schwingungen theilen sich den Wänden des äußern Gehörganges mit und werden von da aus in die tieferen Theile des Gehörapparates geleitet; diese Bewegungen können jedoch nur sehr schwach sein; hauptsächlich durch die Vermittlung der in diesem Kanale enthaltenen Luft dringt der Schall in das Innere des Ohres ein; verstopft man diese Röhre mit Baumwolle oder einem andern weichen Körper, welcher ihren Durchgang verbindert, so wird dadurch ihre Auffassung sehr erschwert.

§. 225. Das Trommelfell dient hauptsächlich dazu, die Fortpflanzung der Schallwellen der äußern Luft zum Gehörnerven zu erleichtern. Savarts Versuche zeigen uns auch wirklich, daß die Töne, wenn sie auf eine dünne und mittelmäßig angespannte Haut treffen, sehr leicht darin Schwingungen erregen. Spannt man auf einen Rahmen ein Blatt Papier auf und bestreut man dessen Oberfläche mit Sand, so sieht man diesen in lebhafter Bewegung zur Bildung verschiedener Linien sich ansammeln, sobald man sich ihm mit einem tönenden Körper nähert. Macht man diesen Versuch an einem dünnen Brettchen Holz oder einem Stücke Pappe, so wird man keine ähnliche Bewegung sehen, wofern der dabei angewandte Ton nicht außerordentlich stark ist; paßt man aber diesen Körpern eine dem Trommelfell ähnliche häutige Scheibe an, so ist es leicht, sie unter dem Einflusse eines solchen Tones schwingen zu sehen, der vorher keine merkliche Wirkung in ihnen hervorgebracht hätte.

Es ist also klar, daß das Trommelfell ohne Schwierigkeit in Schwingung gerathen, und daß seine Gegenwart die Erregung ähnlicher Bewegungen in den übrigen Theilen des Gehörapparates erleichtern muß.

§. 226. Die Schwingungen pflanzen sich von dem Trommelfell auf die Gehörknöchelchen, die Wände der Paukenhöhle und besonders auf die Luft über, womit diese Höhle angefüllt ist; sie gelangen auf diese Weise zur hintern Wand der Paukenhöhle, wo sich, wie wir wissen, über den, in das innere Ohr führenden Oeffnungen Häute beinahe ebenso ausgespannt sind, wie das Trommelfell zwischen dem Gehörgange und der Paukenhöhle. Diese Häute müssen nun auch auf die gleiche Weise, wie das Trommelfell, funktioniren, d. h. sie müssen ohne Schwierigkeit in Schwingung gerathen und diese Bewegungen auf die benachbarten Theile fortpflanzen können. Die hintere Seite dieser häutigen Scheidewände ist mit der wässerigen Flüssigkeit, welche das innere Ohr ausfüllt, in Verbindung; in dieser Flüssigkeit sind die häutigen Säcke * aufgehängt, welche mit einer andern Flüssigkeit angefüllt sind, von welcher die Endfäden des Gehörnerves umspült werden. Die Schwingungen dieser Häute müssen sich also zuerst dieser Flüssigkeit und sodann dem häutigen Sack des Vorhofes mittheilen und endlich zum Nerven gelangen, auf den sie so einwirken, daß daraus die Empfindung des Schalls hervorgeht.

§. 227. Aus dem Bisherigen geht hervor, daß die in der Trommelhöhle enthaltene Luft eine sehr wichtige Rolle in dem Mechanismus des Gehörs spielt; wenn diese Höhle nun nicht mit der Außenwelt in Verbindung stünde, so würde diese Luft bald absorbirt und verschwunden sein, und die Schwingungen des Trommelfells würden sich zum inneren Ohr nur durch die knochernen Wände der Paukenhöhle fortpflanzen und darin nur mit großer Schwierigkeit anlangen. Dieses läßt uns den Gebrauch der Eustach'schen Röhre erkennen und erklärt uns, wie die Verstopfung dieses Kanales eine Ursache der Taubheit werden kann.

Das Trommelfell, obgleich sehr nützlich für die Fortpflanzung der Töne, ist nicht unumgänglich nothwendig für das Gehör; denn wenn diese Haut zerrissen ist, so theilen sich die Schwingungen der in dem Gehörgange enthaltenen Luft ohne Unterbrechung der Luft des Trommelfells mit und gelangen ebenfalls zu den Häuten des einunden und des runden Fensters.

§. 228. Wir haben gesehen, daß die kleine Knochenkette, welche durch die Paukenhöhle läuft, sich einerseits an das Trommelfell und anderseits an die Haut des Ovalfensters stützt, gewisse Bewegungen machen konnte, wodurch der Druck auf diese Häute vermehrt oder vermindert wird. Der Nutzen dieser Einrichtung ist leicht einzusehen; streut man Sand auf eine über einen Rahmen gespannte Haut und nähert man derselben einen tönenden Körper, so wird man bemerken, daß man ohne irgend eine Veränderung der Stärke des Tones die Kraft, mit welcher der Sand in die Luft geschleudert wird, nach Belieben vermehren oder vermindern kann, je nachdem man die Spannung der Haut vermindert oder vermehrt. Im ersten Fall wird diese Haut unter dem Einflusse eines gleichstarken Tones weit größere Schwingungen machen, als wenn man sie noch mehr anspannen würde. Daraus läßt sich schließen, daß der mehr oder weniger starke Druck des Hammers auf das Membranfell und des Steigbügels auf die Haut des Ovalfensters diese Häute verbindert, bei einem sehr intensiven Ton allzu stark zu schwingen, ohne sie darum der Fähigkeit zu berauben, Schwingungen zu machen, wenn sie ein schwacher Ton trifft. Der Druck auf die Haut des Ovalfensters theilt sich auch der Haut des runden Fensters vermittelst der das innere Ohr ausfüllenden Flüssigkeit mit; es geht daraus hervor, daß in den gewöhnlichen Umständen die Gehörknöchelchen, indem sie sich gegen die beiden Häute stützen, die zum Gehörnerven gelangenden Tonschwingungen verhindern, so stark zu sein, daß dadurch dieses feine Organ Schaden leide.

Der Verlust des Hammers, des Amboses und des linsenförmigen Beinchens schwächt das Gehör, hebt es aber nicht gänzlich auf; hingegen hat der Verlust des Steigbügels die Taubheit zur Folge; denn da dieses Knochelchen an die Haut des Ovalfensters befestigt ist, so bewirkt sein Losreißen das Zerreißen der Scheidewand, und alsdann verliert sich die in ihm enthaltene Flüssigkeit, und der Gehörnerv kann seine Funktionen nicht mehr ausüben.

§. 229. Wir sehen also, daß alle Theile, aus welchen sich das äußere und mittlere Ohr zusammensetzen, zur Vervollkommnung des Gehörs dienen, ohne jedoch zur Funktion dieses Sinnes unumgänglich nothwendig zu sein; auch verschwinden sie im Verhältniß, als man sich von dem Menschen entfernt und man die Struktur des Ohres bei den in der Thierreihe mehr oder weniger hochstehenden Wesen betrachtet. Bei den Vögeln gibt es kein auricula mehr; bei den Reptilien fehlt sogar der äußere Gehörgang; das

* Man nennt sie den häutigen Vorhof und die halbkreisrunden Röhren, je nachdem sie den Vorhof oder die halbkreisrunden Kanäle einnehmen; in dem Schneckengange findet man nichts Aehnliches, und die Flüssigkeit, womit dieser angefüllt ist, ist dieselbe, welche sich auch in dem häutigen Vorhofe befindet.

Trommelfell tritt nach außen und der Bau der Trommelhöhle wird einfacher; bei den Fischen endlich ist keine Spur mehr weder von einem äußern noch von einem mittlern Ohr vorhanden und der Gehörapparat ist nur aus einem häutigen Vorhofe gebildet, über welchen sich drei halbzirkelförmige Kanäle erheben, die nach unten mit einem kleinen Säckchen versehen sind, der die Schnecke darzustellen scheint und in dem seitwärtsliegenden Theil der großen Schädelhöhle aufgehängt ist.

Bei den noch tiefer stehenden Thieren gibt es selbst keine Schnecke und keine halbzirkelförmige Kanäle mehr, deren Gebrauch noch nicht wohl bekannt sind;* der häutige Vorhof aber ist ein Organ, das niemals fehlt: überall, wo ein Gehörapparat vorhanden ist, findet man auch einen kleinen häutigen, mit einer Flüssigkeit angefüllten Sack, in welchem sich der Gehörnerv endigt; dieser Vorhof ist ein für den Gehörsinn unumgänglich nothwendiges Werkzeug. Bei den meisten Mollusken und Insekten findet man keine Spur mehr von einem besondern Gehörapparat, obschon diese Thiere nicht ganz unempfindlich gegen den Schall zu sein scheinen. Bei den Zoophyten endlich und mehreren andern sehr niedern Thieren scheint sogar dieser Sinn vollständig zu fehlen.

Der Gesichtssinn.

§. 230. Das Gesicht ist das Vermögen, welches uns für die Einwirkung des Lichtes empfänglich macht, und uns vermittelst dieses feinen Stoffes die Form, Farbe, Größe und Lage der Körper erkennen läßt.

Der zu dieser Funktion bestimmte Apparat ist bei dem Menschen und den ihm am nächsten stehenden Thieren aus dem Nerven des zweiten Hirnpaares, aus dem Auge und den verschiedenen zum Schutze oder zur Bewegung dieses Organes bestimmten Theilen gebildet.

§. 231. **Bau des Auges.** Der Augapfel (bulbus oculi), mit dem wir uns zuerst beschäftigen wollen, ist eine hohle Kugel, die vornen etwas ausgeschwellt und mit mehr oder weniger flüssigen Feuchtigkeiten angefüllt ist. Seine äußere Hülle besteht aus zwei besondern Häuten, wovon die eine weiß, undurchsichtig und faserig ist und die undurchsichtige Hornhaut oder weiße Haut (sclerotica, membrana albuginea) (Fig. 63, s) genannt wird; die andere ist durchsichtig und einer dünnen Hornschichte ähnlich, weswegen sie auch die Hornhaut (cornea s. cornea pellucida) (c) genannt wird. Diese letztere nimmt die Vorderseite des Auges ein und scheint gleichsam in eine kreisrunde Oeffnung

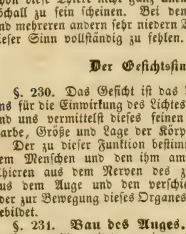


Fig. 63. Der geöffnete Augapfel.**

der undurchsichtigen Hornhaut eingesetzt zu sein. Ihre äußere Oberfläche ist gewölbter als die der andern Haut und gleicht einem auf einer hohlen Kugel aufgelegten Uhrenglas, das mit seiner Oberfläche etwas über die Kugeloberfläche hervorragt.

In einer geringen Entfernung hinter der Hornhaut findet man im Innern des Auges eine häutige Scheidewand (i), welche querüber ausgespannt und an den vordern Rand der Sklerotika, rings herum um die Hornhaut befestigt ist. Diese Art Diaphragma, welche je nach den verschiedenen Individuen verschiedenartig gefärbt ist, wird Regenbogenhaut oder Iris genannt und zeigt in der Mitte eine kreisrunde Oeffnung, die Pupille oder das Sehloch (pupilla) (p). Man bemerkt in dem Gewebe dieses Organes Muskelfasern, welche strahlenförmig von dem Rande der Pupille aus gegen die undurchsichtige Hornhaut auslaufen; auch sieht man noch andere Fasern von derselben Beschaffenheit nur kreisrund um die Pupille herum gelegt und diese Oeffnung ringförmig umgebend. Wenn sich die ersteren zusammenziehen, so erweitert sich die Pupille; ziehen sich die letzteren zusammen, so tritt das Gegentheil ein, d. h. die Pupille verengt sich.

Der Raum zwischen der durchsichtigen Hornhaut und der Iris bildet die vordere Augenkammer (camera oculi anterior) (Fig. 63, ca); vermittelst der Pupillenöffnung steht diese in einer Verbindung mit der hintern Kammer (camera oculi posterior), d. h. mit der hinter der Iris liegenden Höhle, und ist wie diese mit der wässerigen Feuchtigkeit (humor aqueus) angefüllt, welche vollkommen durchsichtig und aus Wasser gebildet ist, das ein wenig Eiweißstoff und eine geringe Menge Salze, denen man in allen Sekretionen der thierischen Oekonomie begegnet, in sich aufgelöst hält. Man glaubt, daß diese Flüssigkeit durch eine Haut gebildet wird, welche sich hinter der Iris befindet und viele strahlenförmige Falten, die Ciliarfortsätze (processus ciliares) (pc) darstellt.

Fast unmittelbar hinter der Pupille findet sich eine durchsichtige Linse, die sogenannte Krystalllinse (lens crystallina) (cr); sie liegt in einem häutigen und durchsichtigen Sack, die Linsenkapsel (capsula lentis) genannt, und scheint ein Absonderungsprodukt dazu zu sein; denn wenn man sie aus dem Auge eines lebenden Thieres wegnimmt, ohne dabei die Kapsel zu zerstören, so kann man sehen, wie sich eine neue Krystalllinse erzeugt, welche die alte ersetzt. Man bemerkt ferner, daß sich dieser Körper aus zahlreichen concentrischen Schichten zusammensetzt, deren Härte von der Peripherie an bis zum Mittelpunkt hin zunimmt, was recht gut mit dem übereinstimmt, was wir über seine Bildungsweise gesagt haben. Jede dieser Schichten besteht wiederum aus Fasern, deren Ränder ineinander zu greifen scheinen, und die eine sehr merkwürdige Anordnung zeigen. Besonders ist der Umstand zu merken, daß die hintere Fläche der Krystalllinse weit convexer ist, als die vordere.

Hinter der Krystalllinse findet man eine sehr voluminöse, gallertartige und durchsichtige Masse, der sogenannte Glaskörper (corpus vitreum), der eine Aehnlichkeit mit dem Eiweiß hat und von einer außerordentlich dünnen Haut eingeschlossen ist, aus welcher zahlreiche Lamellen sich einwärts begeben, um damit Scheidewände oder Zellen zu bilden. Diese Haut heißt Glashaut (membrana hyaloidea s. vitrea), und die darin eingeschlossene Flüssigkeit Glasfeuchtigkeit (humor vitreus) (v).

Mit Ausnahme der Vorderseite, wo sich die Krystalllinse und die Iris finden, ist die Glasfeuchtigkeit überall von einer weichen, weißlichen Haut, der Netzhaut (retina) (r), umgeben, welche von der Sklerotika bloß durch eine dünne Haut, die sogenannte Aderhaut (choroidea) (ch) geschieden ist. Diese letztere

* Nach Flourens Versuchen scheint es, daß die Zerstörung der halbzirkelförmigen Kanäle das Gehör nicht zu Grunde richtet, sondern nur verworren und schmerzhaft macht.

** Das Innere des Auges: c die Hornhaut (cornea); s die undurchsichtige Hornhaut (sclerotica); s' ein nach außen zurückgeschlagener Theil der Sklerotika, um die darunter liegenden Häute zu zeigen; ch die Ader- oder Gefäßhaut (choroidea); r Netzhaut (tunica retina); n der Sehnerv (nervus opticus); ca die vordere Augenkammer (camera oculi anterior), zwischen der Hornhaut und der Iris gelegen und mit der wässerigen Feuchtigkeit angefüllt; i die Regenbogenhaut (iris); p das Sehloch (pupilla); cr die hinter dem Sehloch gelegene Krystalllinse (lens crystallina, corpus crystallinum); pc die Ciliarfortsätze (processus ciliares); v die Glasfeuchtigkeit (humor vitreus); b b ein Theil von der Bindehaut des Augapfels (tunica conjunctiva bulbi), welche, nachdem sie den vordern Theil des Auges bedeckt hat, sich davon entfernt, um die Augenlider auszukleiden.

besteht hauptsächlich in einem Blutgefäßgewebe und ist mit einer schwarzen Substanz geschwängert, welche dem Auge seinen dunkelgefärbten Grund gibt, den man durch die Pupille hindurch sieht, und welche nur bei den sogenannten Albinos oder Kakerlaken fehlt.

Der Augapfel nimmt mehrere Nerven auf; hinsichtlich der Größe und der Funktionen ist der Sehnerve (nervus opticus) (o) von allen der bemerkenswertheste; er durchläuft den hintern Theil der Sclerotika und setzt sich in der Netzhaut fort. Diese Haut scheint nichts Anderes zu sein, als eine feine Verzweigung und Ausbreitung des Sehnerven, dessen Elementarfasern an ihrer vordern Oberfläche eine Menge nahe aneinander gerückter cylinderförmiger Papillen bilden, welche unter dem Mikroskop wie Mosaik aussehen. Die übrigen Nerven des Augapfels sind ausnehmend dünne und heißen Ciliarnerven (nervi ciliares); sie entspringen aus einem kleinen Ganglion, der durch die Vereinigung einiger Nervenäste des dritten und fünften Paares gebildet wird, und breiten sich in der Iris und den benachbarten Theilen des innern Augapfels (Fig. 55) aus.

§. 232. **Mechanismus des Gesichts.** Bekanntlich wirken die verschiedenen Gegenstände unserer Umgebung nur durch die Vermittlung des Lichts auf unser Auge. Diejenigen, welche Licht aussenden, z. B. die Sonne und die feurigen Körper, sind schon für sich selbst sichtbar; aber die andern werden es erst, wenn das sie treffende Licht von ihnen zurückgeworfen wird und auf diese Weise zu uns gelangt.

Das Licht bewegt sich mit einer außerordentlichen Schnelligkeit; es kann auf unsere Sinne nur dann wirken, wenn es auf die im Hintergrunde des Auges liegende Netzhaut fällt; die undurchsichtigen Körper werfen es zurück oder absorbiren es; die durchsichtigen hingegen, wie z. B. die Luft und das Wasser, gewähren ihm einen leichten Durchgang. *

Man sieht also, daß die erste Bedingung zum Sehen die ist, daß zwischen den äußern Gegenständen und dem Hintergrunde des Auges kein undurchsichtiger Körper vorhanden sei: die Hornhaut (cornea), welche den vordern Theil dieses Organes wie ein Uhrglas bedeckt, ist vollkommen durchsichtig, und das bis zur Oeffnung der Pupille dringende Licht gelangt ungehindert zur Netzhaut; denn auf seinem Wege trifft es nur auf die Krystalllinse, die gleichfalls durchsichtig ist, und auf die nicht weniger durchsichtigen Feuchtigkeiten.

Anders verhält sich aber die Sache in gewissen Krankheiten; der Verlust dieser Durchsichtigkeit zieht stets die Blindheit nach sich; z. B. bei dem unter dem Namen grauen Staar bekannten Zustande wird die Krystalllinse undurchsichtig und setzt sich alle dem Durchgange des Lichtes entgegen; wenn sich weiße Flecken oder ein Fell auf der durchsichtigen Hornhaut bilden, so wird diese Haut gleichsam ein Lichtschirm, welcher die Lichtstrahlen in das Auge zu dringen verhindert und so das Sehen unmöglich macht.

Die durchsichtigen Theile des Auges dienen aber nicht bloß zum freien Durchgang des Lichtes: ihr Hauptnutzen besteht vielmehr darin, den Lichtstrahlen, welche in dieses Organ eindringen, in ihrer Richtung so zu verändern, daß sie sich in irgend einem Punkte der Netzhaut vereinigen; das Innere des Auges gleicht auch in der That ziemlich genau dem unter dem Namen camera obscura bekannten optischen Instrument, und das Bild der Gegenstände, welche wir sehen, malt sich auf der Netzhaut wie auf dem, hinter diesem Instrumente aufgestellten Spiegel. **

Wenn ein Lichtstrahlenbüschel auf die Hornhaut fällt, so wird ein Theil davon zurückgeworfen, während ein anderer hindurchgeht: das durch diese Haut zurückgeworfene Licht gibt den Augen ihren Glanz und die Eigenschaft, das man sich darin spiegeln kann. Die in diese durchsichtige Schichte eintretenden Lichtstrahlen gehen somit in einen Körper über, der weit dichter ist, als die Luft: sie werden daher gebrochen von irgend einem Punkte ausgehenden Lichtstrahlen entfernen sich mehr und mehr von einander, je mehr sie im Raume vorwärtsschreiten. Fallen diese Lichtstrahlen senkrecht auf die Oberfläche eines durchsichtigen Gegenstandes, so gehen sie hindurch, ohne ihre Richtung zu verändern, treffen sie aber schief auf ihn, so werden sie stets mehr oder weniger von ihrer ursprünglichen Richtung abgelenkt. Ist der Körper, durch welchen sie hindurch gehen, dichter als der, von dem sie herkommen, treten sie z. B. aus der Luft in das Wasser und in das Glas ein, so bilden sie alsdann einen Winkel und nähern sich im Eintrittspunkte dem Perpendikel oder Einfallsstrahl; gehen sie hingegen von einem dichteren Mittel in ein weniger dichtes über, so entfernen sie sich von dem Perpendikel. Diese Abweichungen sind um so größer, je schiefer der Lichtstrahl auf die Oberfläche eines durchsichtigen Körpers fällt.

Diese Erscheinung, welche unter dem Namen Lichtbrechung oder Refraction des Lichtes bekannt ist, läßt leicht nachweisen. Wegen dieser Veränderung in der Richtung der Lichtstrahlen bei dem Uebergang aus dem Wasser in die Luft, scheint ein bis zur Hälfte in eine Flüssigkeit getauchter gerader Stab im Eintrittspunkt gebrochen zu sein; legt man ein Geldstück (a) auf den Boden eines leeren Gefäßes, aber so, daß der Rand

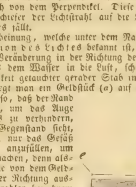


Fig. 64.

doch gerade noch sichtbar ist, um das Auge des Beobachters zu verhindern, das es diesen Gegenstand sieht, so braucht man nur das Gefäß mit Wasser (c) anzufüllen, um ihn sichtbar zu machen, denn alsdann werden die von dem Geldstücke in gerader Richtung ausgehenden Lichtstrahlen bei ihrem Uebergange aus dem Wasser in Luft gebrochen und entfernen sich von dem Perpendikel: indem die Lichtstrahlen (d und b), welche vorher über dem Auge des Beobachters vorgingen, auf diese Weise ihre Richtung verändern, treffen sie jetzt daselbst. Wir wiederholen es also noch einmal, daß sich die Lichtstrahlen dem Perpendikel im Berührungspunkte jedesmal nähern, wenn sie in schiefer Richtung durch einen Körper hindurchgehen, der dichter als derjenige ist, von dem sie herkommen. Es geht daraus hervor, daß die Form dieser Körper einen bedeutenden Einfluß auf die Richtung des durch sie hindurchgehenden Lichtes hat; je nachdem ihre Oberfläche conver oder concav ist, werden sich die Lichtstrahlen einander nähern oder von einander entfernen.

Einige Beispiele werden diesen Satz leicht verständlich machen. Wir wollen annehmen, es gehen drei divergirende, von dem Punkte a ausgehende Lichtstrahlen durch die Luft und fallen auf ein Linsenglas,

Fig. 65.

dessen convexe Oberfläche durch die Linie b b (Fig. 65) vorgestellt sei. Der Lichtstrahl a c wird senkrecht auf diese Oberfläche fallen und folglich durch die Linie hindurch gehen, ohne von seiner Richtung abgelenkt zu werden; dagegen wird der schief auffallende Lichtstrahl a d beim im Berührungspunkte gezogenen Perpendikel zugebrochen werden: dieses Perpendikel wird nun die Richtung der punktirten Linie e haben, der Lichtstrahl a d wird von dem Punkte an, wo er mit dem Perpendikel zusammentrifft, nicht mehr seinen Weg nach d fortsetzen, sondern seine Richtung nach dem Punkte f nehmen. Das Gleiche wird bei dem Lichtstrahle a g stattfinden, welcher, anstatt seinen Weg nach g fortzusetzen, die Richtung der Linie i nimmt. Die andern Lichtstrahlen, welche etwa noch auf der Linie fallen, würden auf eine ähnliche Weise gebrochen, und werden, anstatt immer mehr auseinander zu treten, sich einander nähern und sogar alle in einem und demselben Punkte, dem Brennpunkt der Linie, sich vereinigen können.

Zu die Oberfläche des Krystalls nicht mehr conver, sondern concav, so werden sich die Lichtstrahlen nicht mehr dem Perpendikel nähern, wie in dem vorhergehenden Fall, sondern sich im Gegentheil

* Das auf einen durchsichtigen Körper fallende Licht durchdringt es nicht mit seiner ganzen Masse: ein mehr oder weniger beträchtlicher Theil wird zurückgeworfen; wegen dieser Eigenschaft bilden diese Körper mehr oder weniger eine Art Spiegel.

** Um diesen Theil der Optik verständlicher zu machen, müssen wir uns hier auf einige physikalische Prinzipien berufen.

Gewöhnlich nimmt das Licht einen geradlinigen Weg, und die

und dem Perpendikel oder der Are des Lichtbüschels genähert, und zwar um so stärker, je convexer die Oberfläche der Hornhaut ist; denn je gewölbter diese Haut sein wird, einen desto spitzigeren Winkel werden die darauf fallenden Lichtstrahlen mit ihrer Oberfläche machen.

Begegneten die Lichtstrahlen nach ihrem Austritt aus der Hornhaut der Luft, so würden sie sich eben so stark brechen, als beim Eintritt in diese Haut — nur in entgegengesetzter Richtung; sie würden folglich ihre ursprüngliche Richtung wieder annehmen. Die wässerige Feuchtigkeit aber, mit der die vordere Augenkammer angefüllt ist, hat ein weit größeres Brechungsvermögen als die Luft, weswegen sich die darin eintretenden Lichtstrahlen weit weniger von einander entfernen, als sie sich bei ihrem Uebergange aus der Luft in die durchsichtige Hornhaut einander genähert hatten; die Mitwirkung dieser Theile macht folglich diese Strahlen weniger divergirend, als sie vor ihrem Eintritt in das Aug waren, und macht, daß eine größere Menge Licht in die Oeffnung der Pupille treten kann.

Ein großer Theil des Lichtes, welches in den Hintergrund der vordern Augenkammer gelangt, trifft auf die Iris und wird absorbirt oder durch diese Haut nach außen zurückgeworfen, nur derjenige Theil des Lichtes, welcher auf die Pupille fällt, gelangt zum Hintergrund des Auges, und seine Menge ist um so beträchtlicher, je weiter diese Oeffnung ist. Wenn das zum Auge gelangende Licht sehr schwach ist, so erweitert sich die Pupille, während sie sich bei einem intensiven Lichte verengt; die Iris ist, wie man sieht, der Regulator der Lichtmenge, welche zur Netzhaut gelangen soll, und bemerkenswerth ist noch, daß die Pupille bei solchen Thieren, die erst nach Sonnenuntergang auf ihre Beute ausgehen, sehr erweitert werden kann.

Sind die Lichtstrahlen durch die Pupille hindurchgegangen, so fallen sie auf die Krystalllinse, eine durchsichtige Linse, welche ihre Richtung von Neuem verändert, und bewirkt, daß sie alle nach einem Punkte, dem sogenannten Brennpunkte hin, zusammentreten und sich in demselben vereinigen. Dieser Brennpunkt findet sich nun genau auf der Netzhaut, und die dem Auge von den verschiedenen Punkten eines mehr oder weniger entfernten Gegenstandes zugeschickten Lichtstrahlen werden auf dieser Nervenhaut so vereinigt, daß sie darauf ein kleines Bild von dem Gegenstande, von dem sie herkommen, machen.

§. 234. Man kann sich durch ein Experiment ohne noch mehr davon ablenken. Z. B. der Lichtstrahl *a d* (Fig. 66) wird mit dem Perpendikel zusammentreffen, dessen Richtung die punktirte Linie *e* sein wird, und der Lichtstrahl wird den Weg der Linie *f* nehmen. Der Lichtstrahl *a g* wird sich gleichfalls dem Perpendikel *h* nähern und nachher die Richtung der Linie *i* nehmen.

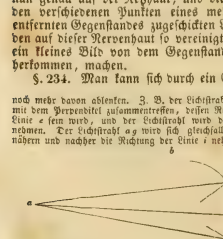


Fig. 66.

Die Abweichung, welche die Lichtstrahlen bei ihrem Durchgange durch die Convex- oder Concavlinsen erleiden, ist um so stärker, je beträchtlicher die Krümmung dieser Gläser ist; eine einfache Betrachtung der obigen Figuren wird hinreichend sein, um uns von der Richtigkeit des Gesagten zu überzeugen; denn je größer die Krümmung der Oberfläche, auf welche die divergirenden Strahlen fallen, desto mehr werden sich die Einfallslothe im Centrallpunkte von der Richtung dieser Strahlen entfernen.

Auch lehrt uns die Physik, daß die durchsichtigen Körper das Licht um so stärker brechen, je dichter sie sind (d. h. je beträchtlicher ihr Gewicht bei gleichem Volumen ist), und aus je verbrennlicheren Stoffen sie gebildet sind.

Schwierigkeit davon überzeugen, daß sich die Bilder auf besagte Weise auf der Netzhaut zusammensetzen: es ist dazu hinreichend, wenn man von einem Kaninchen oder einer Taube ein Auge nimmt, deren Sclerotika beinahe durchsichtig ist, oder noch besser, wenn man ein Auge von einem Albinosthiere nimmt und vor die durchsichtige Hornhaut einen sehr starkleuchtenden Gegenstand, z. B. eine brennende Wachskerze, bringt, so wird man deutlich sehen, wie sich das Bild auf der Netzhaut abmalt.

Diese Bilder sind immer umgekehrt, und leicht kann man die Ursache von dieser Erscheinung finden. Beobachtet man nämlich den Weg, den die von zwei leuch-

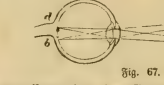


Fig. 67.

tenden Endpunkten eines Gegenstandes (a, c, Fig. 67) ausgehenden Lichtstrahlen machen müssen, um zur Netzhaut zu gelangen, so sieht man, daß sie sich immer durchkreuzen müssen, ehe sie dahin kommen, und aus diesem Grunde wird sich derjenige Strahl, welcher von dem obern Ende des Gegenstandes (a) kommt, an dem untern Theile des Raumes auf der Netzhaut finden, welcher von dem, durch das ganze Lichtbüschel erzeugte Bild (b) eingenommen ist, während der von dem untern Ende des Gegenstandes (c) herkommende Strahl auf demselben Raume (d) oben zu stehen kommen wird: dies wird für alle übrigen Lichtstrahlen wahr sein, und es wird folglich der Gegenstand auf dem Hintergrunde des Auges umgekehrt erscheinen.

§. 235. Die schwarze Substanz, welche hinter der Netzhaut liegt und den ganzen Hintergrund des Auges, sowie die hintere Fläche der Regenbogenhaut bedeckt, dient dazu, das Licht unmittelbar nach seinem Austritt aus der Netzhaut zu absorbiren; wenn dieses Licht wieder auf die andern Punkte dieser Haut zurückgeworfen würde, so müßte das Sehen bedeutend getrübt werden und es würde die Erzeugung deutlicher Bilder auf der Netzhaut unmöglich sein. So ist auch in der That das Gesicht der Albinos, bei welchen dieses Pigment fehlt, äußerst unvollkommen. Den Tag über sehen sie kaum so viel, daß sie sich in ihrem Wege zurechtzufinden wissen, und erst bei der Dämmerung oder sogar erst bei Nacht sehen sie deutlich.

§. 236. Wie man bis jetzt sehen konnte, so dient der Augapfel dazu, das Licht auf die Netzhaut fortzupflanzen und es darauf zu concentriren; das Auge thut den Dienst eines optischen Instrumentes, nur mit dem Unterschiede, daß es weit vollkommener ist, als alle bis jetzt von der Physikern zu diesem Zwecke verfertigten Instrumente; denn während es gewöhnlich achromatisch ist und keine Farbenzerstreuung oder Aberration * zeigt, kann es noch seine Sehweite bedeutend abändern.

* Das weiße Licht ist aus der Vereinigung mehrerer verschiedenartig gefärbter Elementarfarbstrahlen gebildet, welche, wenn sie von einander getrennt werden, das Sonnenspectrum erzeugen und nicht in gleichem Grade brechbar sind. Daraus geht hervor, daß, wenn man weißes Licht durch einen lichtbrechenden Körper hindurchgehen läßt, dasselbe mehr oder weniger vollständig zerlegt wird: die Gegenstände, welche dasselbe zerstreuen, schienen die Farben des Sonnenspectrums zu haben; wenn aber das lichtbrechende Object aus mehreren Schichten zusammengesetzt ist, die verschiedene Brechungsvermögen besitzen, so kann der Fall eintreten, daß die Elementarstrahlen, welche durch eine dieser Schichten von ihrer Richtung allzu stark abgelenkt worden sind, es durch eine andere nicht mehr hinlänglich werden, und daß es im Falle einer Compensation dieser Verschiedenheiten zugelegt seine ähnliche Zerlegung des gebrochenen Lichtes, und daher auch keine Farbenvertheilung mehr gibt.

Unter Achromatismus versteht man die Eigenschaft des Lichtes, von der ursprünglichen Richtung abzuweichen, ohne dabei in farbige Strahlen zerlegt zu werden; achromatische Linsengläser sind daher solche, welche in ihrem Brennpunkt ein farbloses oder ein, wie der

Gewöhnlich kann der Mensch die Gegenstände gleich deutlich sehen, ob sie nur ein paar Zolle von seinem Auge entfernt sind, oder in sehr beträchtlicher Entfernung von diesem Organe sich befinden. In unsern optischen Instrumenten dagegen nähert oder entfernt sich das Bild, welches sich im Brennpunkte einer Linse gestaltet, je nach der Entfernung des Gegenstandes; aus diesem Grunde hat man angenommen, daß die Krystallinse des Auges, weil sie dem Auge so verschiedene Sehweiten gibt, sich von der Netzhaut entfernen oder ihr nähern, oder wohl die Form des Augapfels verändern müsse. Indessen bestätigt die unmittelbare Beobachtung keineswegs diese Hypothesen, und auch bis heute hat dieser besondere Umstand noch keine befriedigende Erklärung finden können. Nur das ist zu bemerken, daß die im Auge vorgehende Veränderung unter dem Einflusse des Willens geschieht, wenn sich dieses Organ für diese oder jene Sehweite anschickt, es mag nun übrigens die Natur dieser Veränderung sein, wie sie wolle.

Doch besitzt das Auge nicht immer in gleichem Grade dieses Vermögen: bisweilen kann man auf eine Entfernung von mehren Fußen deutlich sehen, während bei einer kleineren Entfernung alle Bilder undeutlich sind; ein anderes Mal hingegen sieht man die Gegenstände nur dann gut, wenn die Entfernung bloß einige Zolle beträgt, und Alles, was sich darüber hinaus befindet, scheint gleichsam in einen Nebel gehüllt.

Der erste dieser fehlerhaften Zustände, der unter dem Namen Weitsichtigkeit vorkommt, rührt von einem Mangel an Convergenz in den Lichtbüscheln her, welche durch die Feuchtigkeiten des Auges hindurchgehen. Die Strahlen, welche von einem sehr entfernten Gegenstande zu diesem Organe gelangen, divergiren sehr wenig und können in dem Punkte, wo sich die Netzhaut befindet, vereinigt werden, wenn auch das Brechungsvermögen des Auges nicht bedeutend ist; dagegen divergiren diejenigen bedeutend, welche von einem sehr nahen Gegenstande herkommen, und das Brechungsvermögen ist zu schwach, als daß es die Strahlen alle in einem bestimmten deutlichen Punkte der Netzhaut vereinigen könnte. Gewöhnlich haben auch die Weitsichtigen eine verengte Pupille, so daß es scheint, als strengten sie sich immerwährend an, in ihr Aug nur solche Strahlen eintreten zu lassen, welche auf das Centrum der Krystalllinse fallen und nicht erst nöthig haben, bedeutend gebrochen zu werden, um sich hinter der Krystalllinse in einem bestimmten Punkte der Netzhaut zu vereinigen. In der Regel hängt der Mangel an Brechungsvermögen des Auges von einer zu großen Abplattung der Hornhaut oder der Krystalllinse, d. h. von Umfänden ab, die eine Weitsichtigkeit wirklich erzeugen müssen und sich fast immer bei alten Leuten zeigen.

Das Gegentheil von der Weitsichtigkeit ist die Kurzsichtigkeit: die in das Auge eintretenden Lichtstrahlen werden so stark von ihrem Wege abgelenkt, daß, wofern sie nicht im hohen Grade divergirend sind, sich schon vorher durchkreuzen, ehe sie zur Netzhaut gelangen. Diese Unvollkommenheit des Gesichtsorganes rührt im Allgemeinen von einer allzu großen Convexität der Hornhaut selbst der Krystalllinse her; sie kann aber auch eine Folge der Gewohnheit sein, die Gegenstände in kurzer Entfernung vom Auge zu betrachten; auf diese Weise ist es möglich, sich durch den Gebrauch stark vergrößernder Gläser absichtlich kurzsichtig zu machen. Zu dieser List hat man schon junge Leute ihre Zuflucht nehmen sehen, die sich dadurch dem Militärdienste entziehen wollten.

Man bemerkt, daß Personen mit einem allzu kurzen Gesicht im Alter weniger kurzsichtig sind; und dieses ist auch leicht begreiflich, insofern die Sekretion der Augenfeuchtigkeit im Alter nicht mehr so reichlich ist; diese Verminderung nun, welche die Hornhaut weniger convex zu machen sucht, macht weitsichtiger; in den meisten Fällen bewirkt sie Weitsichtigkeit, allein hier in diesem Falle bewirkt sie vorerst nichts Anderes, als daß sie die Fehler des Auges verbessert und dem Gesichte seine gewöhnliche Sehweite gibt. Hieraus ergibt sich, daß sich gewöhnlich das Gesicht der Kurzsichtigen mit dem Alter verbessert, wo das Gesicht der meisten Leute schwächer wird; da sich aber die Verminderung der Augenfeuchtigkeit stets fortsetzt, so kann bei dem Kurzsichtigen eine Zeit eintreten, wo sein Auge zu wenig strahlenbrechend wird, und daher sein Auge in zu weite Ferne sieht, d. h. das es weitsichtig wird.

Um diese natürlichen Fehler des Auges zu verbessern, hat man seine Zusucht zu solchen Mitteln genommen, deren Wirksamkeit die Erklärung bestätigt, welche wir von der Ursache der Kurzsichtigkeit und der Weitsichtigkeit gegeben haben. Man bringt nämlich vor die Augen solche Gläser, deren Oberflächen so beschaffen sind, daß sie die Divergenz der hindurchgehenden Lichtstrahlen entweder vermehren oder vermindern. Die Kurzsichtigen bedienen sich concaver Gläser, welche das Licht zu zerstreuen suchen, die Weitsichtigen gebrauchen dagegen convere, welche die divergirenden Strahlen convergirend machen.

§. 237. Wir haben oben gesagt, daß das Auffallen des Lichtes auf die Netzhaut das Sehen bewirkt; dies ist auch wirklich so, denn ist diese Haut gelähmt (ein Zustand, worin die unter dem Namen schwarzer Staar bekannte Augenkrankheit besteht), so wird dieser Sinn vollständig zerstört. Die Empfindlichkeit der Netzhaut ist aber von ganz besonderer Art: diese Nervenhaut besitzt wenig oder gar keine Empfindung, denn man kann sie an einem lebenden Thiere berühren oder selbst zerschneiden und zerreißen, ohne daß das Thier irgend ein Zeichen von einem Schmerzen von sich gibt.

Den Eindruck des Lichtes vermögen alle Punkte der Netzhaut aufzunehmen; doch besitzt der mittlere Theil dieser Haut die Empfindlichkeit in einem weit höheren Grade, als die übrigen Punkte, und nur in diesem Theile müssen sich die Bilder der äußern Gegenstände erzeugen, wenn wir deutlich sehen wollen: wollen wir daher irgend einen Gegenstand sehen, so richten wir die optische Axe (die Axe unserer Augen) auf denselben.

Uebrigens hat diese besondere Empfindlichkeit der Netz hautihre Gränzen: ein allzu schwaches Licht wirkt auf diese Haut nicht ein; ein allzu starkes verletzt und setzt sie daher außer Stand, wirksam zu sein. Doch ist der Einfluß der Gewohnheit in dieser Hinsicht außerordentlich groß: wenn man lange Zeit in der Dunkelheit sich befand, so blendet selbst ein schwaches

betreffende Gegenstand selbst, gefärbtes Bild geben. Man erhält achromatische Gläser, wenn man verschiedenartige Gläser zusammenstoßt, wovon die eine die durch die andern erzeugte Farbenzerstreuung zu aufheben, daß sich alle in einem einzigen Brennpunkte vereinigen. Es ist wahrscheinlich, daß der Achromatismus des Auges von einer ähnlichen Einrichtung abhängt; doch sind die Physiker in der Erklärung dieser Erscheinung nicht mit einander einig; die einen sagen, daß sie von der Verschiedenheit in den Feuchtigkeiten des Auges abhängig sei; andere schreiben sie der Verschiedenheit der Dichtigkeit in den verschiedenen Schichten der Krystalllinse zu.

Die Aberration oder Abweichung der Lichtstrahlen besteht in der Vereinigung der Lichtstrahlen, welche auf die verschiedenen Theile der Linse fallen, die verschiedene Brennpunkte haben, wodurch unreine Bilder entstehen; sind die Linsen sehr convex, so vereinigen sich die am Rande hindurchgehenden Lichtstrahlen nicht in dem gleichen Brennpunkte, wie die durch den centralen Theil der Linse hindurchgehenden Strahlen; um daher reine Bilder zu erhalten, ist man genöthigt, die ersteren, d. h. die Randstrahlen, an ihrem Durchgange zu verhindern, indem man vor die Linse ein Diaphragma mit einem Loch bringt. Die Bilder, welche sich nun im Auge hinter der Krystalllinse bilden, sind niemals undeutlich, und dieses Nichtvorhandensein der Aberration wird der Iris zugeschrieben, welche die Function des sich in den optischen Gläsern befindlichen Diaphragma's ausübt.

Licht die Augen und macht die Netzhaut für einige Augenblicke unfähig, ihrer Function nachzukommen, während die an das Tageslicht gewöhnten Leute das Gleiche nur dann erfahren, wenn sie sehr beleuchtende Gegenstände, z. B. die Sonne, betrachten.

Betrachtet man eine Zeitlang einen und denselben Gegenstand, ohne die Stellung zu verändern, so fängt derjenige Punkt der Netzhaut, der das Bild des Gegenstandes auffaßt, bald an, müde zu werden, und geht diese Ermüdung über eine gewisse Gränze hinaus, so beraubt sie diesen Theil eine Zeitlang seiner gewöhnlichen Empfindlichkeit. Wenn wir z. B. eine Zeitlang unsern Blick auf einen weißen Fleden fixiren, der auf schwarzem Grunde liegt, und ihn alsdann auf einen weißen Grund richten, so glauben wir einen schwarzen Fleden darauf zu sehen, weil der schon zuvor durch das weiße Licht ermüdete Punkt auf der Netzhaut unempfindlich geworden ist.

Die Schwächung der Netzhaut hängt auch theilweise von der Anstrengung ab, welche man bei der Betrachtung der vor unsere Augen gestellten Gegenstände macht. Sucht man sehr schwach beleuchtete Gegenstände mit Genauigkeit zu betrachten, so empfindet man bald einen Schmerzen in der Augenhöhle und selbst im Kopfe.

Ferner ist zu bemerken, daß der Eindruck des Lichtes auf der Netzhaut noch eine Zeitlang nach dem Contact fortdauert; wenn sich die verschiedenen Bilder auf einen nämlichen Punkt so schnell nacheinander malen, daß der Eindruck des einen noch nicht verwischt ist, wenn das andere Bild kommt, so mischen sich diese Bilder und die daraus hervorgehende Sensation ist von derjenigen nicht verschieden, welche von einem und demselben Bilde herrühren würde.

Aus diesem Grunde glaubt man einen Ring zu sehen, wenn irgend ein Körper mit großer Schnelligkeit einen Kreis beschreibt; und ein schnell sich drehendes Rad scheint keine durch leere Zwischenräume getrennten Strahlen zu haben, sondern eine Scheibe zu sein.

§. 238. Der Sehnerv, welcher durch seine Ausbreitung im Hintergrunde des Auges die Netzhaut bildet, pflanzt auf das Gehirn die durch das Licht auf diese Haut gemachten Eindrücke fort: eine Sektion an dieser Haut hat unmittelbar eine vollständige Blindheit zur Folge.

Die Hemisphären des Gehirns scheinen, wie für alle übrigen Sinne, so auch für die Auffassung dieser Sensationen der Sitz zu sein; denn zerstört man sie, so wird das Thier alsbald blind. Doch gibt es im Gehirne noch andere Theile, welche gleichfalls den größten Einfluß auf diesen Sinn haben: dies sind die Sehhügel (Vierhügel, corpora quadrigemina) (Fig. 55, g). Zerstört man sie an einem Vogel, wo diese Theile sehr entwickelt sind, so bewirkt man dadurch gleichfalls Blindheit, und bemerkenswerth ist es, daß diejenigen Thiere, welche die am meisten entwickelte Netzhaut und die stärksten Sehnerven besitzen, auch zugleich diejenigen sind, wo diese Erhabenheiten das größte Volumen und die zusammengesetzteste Struktur haben; man kann diese Organe sogar als ein zu den Sehnerven Gehöriges und als Bänder betrachten, welche sie mit den großen Hemisphären vereinigen.

Was aber hier bei diesen, an dem Gehirne angestellten Versuchen am meisten in die Augen springt, ist der Umstand, daß die Zerstörung einer Hemisphäre oder eines Sehhügels der einen Seite nicht den Verlust des Gesichts der nämlichen Seite nach sich zieht: sondern daß das Auge der entgegengesetzten Seite blind wird; die Anatomie gibt uns bis zu einem gewissen Grade die Erklärung dieser Thatsache; denn die Sehnerven vereinigen und durchkreuzen sich bald nach ihrem Austritt aus dem Gehirne so, daß derjenige, welcher von dem rechten Sehhügel kommt, einem großen Theil seiner Fasern, oder sogar alle nach der linken Seite schickt, und umgekehrt (Fig. 56).

§. 239. **Die Bewegungsorgane des Auges.** Als wir mit der Betrachtung des Gesichtssinnes begannen, sagten wir, daß der Apparat dieses Sinnes aus einem wesentlichen Theile, nämlich dem Augapfel und dem Sehnerven und aus verschiedenen untergeordneten, zur Bewegung und zum Schutze des ersteren bestimmten Theile bestehe.

§. 240. Die Bewegungsorgane, welche dazu bestimmt sind, den Augen verschiedene Richtungen zu geben, sind sechs Muskeln, welche den Augapfel umgeben und sich mit ihrem vorderen Ende in die Sklerotika einfügen, während sie sich mit ihrem hinteren Ende an die, hinter diesem Organe (Fig. 68) gelegenen Knochen fixiren. Der Augapfel selbst ruht auf einem Fettzellgewebe ganz leicht auf, was zur Folge hat, daß ihn jeder seiner Muskeln vermittelst Contraktionen nach seiner Seite hinziehen, so daß er um sich selbst gedreht und die Richtung seiner Are verändert werden kann.

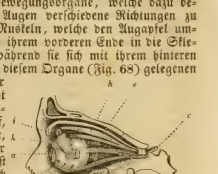


Fig. 68 *

Die Nerven, welche diesen Muskeln ihre Bewegung geben, gehören ausschließlich dem Gesichtsapparat an, nämlich dem dritten, vierten und sechsten Nervenpaare (Fig. 55). Die einen sind ganz dem Willen unterworfen, während die andern oft ganz unabhängig davon sind; von der Contraktion dieser letzteren rührt das Verdrehen der Augen bei einer starken Ohnmacht her.

§. 241. **Die Schutztheile des Auges.** Die beschützenden Theile des Gesichtsapparats verdienen gleichfalls, daß man seine Aufmerksamkeit darauf lenke. Die, welche wir zuerst bezeichnen müssen, sind die Knochenhöhlen, worin die Augen liegen und welche deshalb Augenhöhlen (orbitae) heißen. Sie sind tiefe Gesichtsgruben, die aus verschiedenen Kopfknochen zusammengesetzt sind, und bedeutend viel Fett enthalten, welches um das Auge herum eine Art elastisches Kissen bildet.

§. 242. Von vornen ist dieses Organ durch die Augbraunen, die Augenlieder und eine besondere Flüssigkeit, die Thränen, womit seine Oberfläche stets befeuchtet ist, beschützt.

Die Augbraunen (supercilia) sind transversale Hervorragungen der Haut, welche an dieser Stelle mit Haaren besetzt und mit einem besondern, zu ihrer Bewegung bestimmten Muskel versehen ist. Sie dienen dazu, um das Auge gegen äußere Verletzungen zu schützen und den von der Stirne rinnenden Schweiß zu verhindern, daß er die Oberfläche dieses Organes angreife; auch sind sie dazu bestimmt, daß sie dasselbe vor dem Eindrucke eines zu starken Lichtes schützen, besonders wenn dieses von oben herabfällt.

§. 243. Bei dem Menschen und allen übrigen Säugethieren sind zwei Augenlieder (palpebrae)

* Ein senkrechter Schnitt der Augenhöhle, um damit der Lage des Auges und seiner Muskeln zu zeigen: — a die Hornhaut; — b die Sklerotika; — c der Sehnerv, dessen eines Ende sich in dem Augapfel ausbreitet; — d der untere Augenmuskel der rechten Seite; — e der obere Augenmuskel derselben Seite; — f ein Theil des rechten äußern Augenmuskels; — m Hintergrund der Augenhöhle steht man das andere Ende dieses Muskels, dessen ganzer mittlerer Theil weggenommen worden ist, um den dahinter liegenden Sehnerven sehen zu können; — g das Ende des kleinen schiefen Augenmuskels; — h der große schiefe Augenmuskel, dessen Sehne um eine Rolle läuft, ehe sie sich an die unbewaffnete Hornhaut anheftet; — i der Augenliderheber, M levator palpebrae superioris; — k die Thränendrüse, glandula lacrymalis.

vorhanden, welche übereinander liegen und aus diesem Grunde als oberes und unteres Augenlied bezeichnet werden. Sie sind bewegliche Hautfalten und bilden eine Art Vorhang, der vornen an der Augenhöhle liegt und dessen Form sich ganz nach dem Augapfel richtet, so daß, wenn sich beide Augenlieder einander nähern, sie die Vorderseite dieses Organes vollständig bedecken. Aeußerlich sind sie durch die Haut gebildet, welche an dieser Stelle sehr fein, halbdurchsichtig und durch eine Faserknorpelschichte (Augenliedknorpel, tarsus palpebrae), unterstützt ist. Ihre innere Seite ist mit einer Schleimhaut, der Bindehaut (tunica conjunctiva) überzogen, welche sich auf den Augapfel zurücklegt, den ganzen vorderen Theil der Sclerotika bedeckt und sich in der Hornhaut fortsetzt. An dem freien Rand der Augenlieder steht eine Reihe Haare, hinter welchen sich eine Reihe kleiner Löcher zeigt, welche mit den Meibomischen Drüsen, d. h. mit den im Innern der Augenliedknorpel sich befindlichen und zur Sekretion einer besondern Flüssigkeit dienlichen Drüsen in Verbindung stehen. Wenn diese Flüssigkeit verdichtet und vertrocknet ist, wie man dies oft nach dem Schlaf sehen kann, so wird ihr der Name Augenbutter (lema) gegeben. Endlich findet man noch im Innern der Augenlieder Muskeln zu ihrer Bewegung; einer von ihnen umgibt ihre Oeffnung ringförmig und kann sie mehr oder weniger klaff (Fig. 78, h) verengen; der andere erstreckt sich von dem obern Augenlied bis zum Grund der Augenhöhle und dient zur Hebung dieses Deckels (Fig. 68, i).

Die Augenlieder verhindern den Zutritt des Lichtes zum Auge während des Schlafes. Im wachenden Zustande nähern sie sich gegenseitig oder entfernen sich von einander, um nur eine solche Menge Licht zuzulassen, welche gerade zum Sehen nothwendig, aber unzureichend zur Verletzung der Netzhaut ist; sie schützen ferner das Auge vor der Berührung fremder Körper, die in der Luft herumfliegen, bewahren es vor Stößen durch ihr blitzschnelles Schließen und setzen sich der Wirkung einer allzu langen Berührung mit der Luft durch beständige Bewegungen entgegen, welche sie in beinahe gleichen Zeiträumen wiederholen.

Eine von den verschiedenen Anwendungen der Bindehaut besteht darin, daß sie die unter dem Namen Blinzeln bekannte Bewegung erleichert. Diese Haut, welche außerordentlich empfindlich ist, scheidet eine Feuchtigkeit ab, welche die Glätte ihrer Oberfläche vermehrt und die immerwährende Reibung des zum Augenlieve gehörigen Theiles vermindert; doch reicht diese Feuchtigkeit hiezu noch nicht aus; damit diese Haut ihre Funktionen gehörig vollziehe, muß ihre Oberfläche durch die Thränen beständig schlüpfrig gemacht werden.

§. 244. Diese Feuchtigkeit, welche aus Wasser besteht, das in sich einige Tausendtheile thierischen Stoffs und solche Salze aufgelöst enthält, die man in allen thierischen Flüssigkeiten findet, bildet sich in einer ziemlich großen, unter der Augenhöhlewölbung, hinter dem äußern Theile des Randes dieser Höhle und über dem Augapfel (Fig. 68, k) liegenden Drüse.

Diese Thränendrüse (glandula lacrymalis) gießt auf die Oberfläche der Bindehaut die Thränen aus sechs oder sieben kleinen Kanälen aus, welche sich auf dieser Haut gegen den obern und äußern Theil des obern Augenliedes öffnen. Die Thränen breiten sich alsdann auf der ganzen Oberfläche der gemeinschaftlichen Augenhaut aus, verhindern dadurch deren Vertrocknung und bilden eine gleichförmige Schichte, welche dem Auge seine Glätte und seinen Glanz geben. Auch haben sie die Verdunstung der im Augapfel eingeschlossenen Feuchtigkeiten und der Flüssigkeiten, womit die Hornhaut benetzt ist, zu verhindern; wenn nach dem Tode die Thränen aufhören, sich über die Oberfläche des Auges zu ergießen, so wird dasselbe alsbald matt und die Hornhaut verliert ihre Durchsichtigkeit.

Die Thränen, welche nicht verdunsten oder nicht absorbirt werden, begeben sich in die Nasenhöhlen, indem sie durch Kanäle fließen, deren Oeffnungen man an dem freien Rand eines jeden Augenliedes, beim innern Augenwinkel, an dem Punkte sieht, wo diese Organe den Augapfel verlassen, um sich an die Thränenkarunkel (caruncula lacrymalis) zu begeben, die ein hervorspringender Körper von rosenrother Färbung ist und hauptsächlich aus einer Anhäufung kleiner Drüsen gebildet wird. Diese zwei Oeffnungen, die sogenannten Thränenpunkte (puncta lacrymalia), sind außerordentlich enge und stehen mit sehr feinen Kanälen in Verbindung, welche im Innern der Augenlieder liegen und ihre Richtung unmittelbar nach innen nehmen, um in den Thränen-Nasengang (ductus lacrymalis s. naso-lacrymalis) einzumünden. Dieser Gang geht vom innern Augenwinkel bis zum untern Nasengang der Nasenhöhlen, und durchläuft, um dahin zu kommen, einen zwischen der Augenhöhle und der Nase liegenden Knochenkanal.

Im gewöhnlichen Zustande geht die Absorption der Thränen sehr langsam vor sich; sind aber die Thränen in sehr reichlichem Maße in den Augen vorhanden, so wird ihr Uebergang in die Nasenhöhlen so schnell, daß man jeden Augenblick das Bedürfniß fühlt, sich zu schneuzen. Zuweilen, z. B. bei lebhaften Gemüthsbewegungen, wird die Absonderung der Thränen selbst in dem Maße reichlich, daß diese Flüssigkeit aus den Augenliedern tritt und auf die Wangen herabfließt.

§. 245. Die Struktur des Sehapparates und der Mechanismus des Gesichts sind bei dem Menschen und allen Säugethieren, so wie bei den Vögeln, Reptilien und den Fischen beinahe gleich. Auch das Auge einiger Mollusken, z. B. des großen Meerpolypes (Octopus vulgaris), hat große Aehnlichkeit mit dem unsrigen; doch ist seine Struktur bei den meisten Thieren aus dieser Klasse sehr abweichend; bei den Arachniden, den Crustaceen und den Insekten haben diese Organe kaum in einigen Punkten eine Aehnlichkeit mit den Augen der höheren Thiere. Im Laufe der folgenden Lectionen werden wir mit diesen Eigenthümlichkeiten bekannt werden.

Von den Bewegungen.

§. 246. **Die Muskelzusammenziehung.** Die verschiedenen Modifikationen des Empfindungsvermögens, welche in den vorhergehenden Lectionen der Gegenstand unserer Betrachtung waren, machen Mensch und Thier zum Erkennen ihrer Umgebung fähig; doch bestehen ihre Beziehungen zur Außenwelt nicht allein in jenen, gewissermaßen passiven Erscheinungen. Diese Wesen können auch auf fremde Körper einwirken, dieselben materiell verändern, sich bewegen und oft sogar auf eine mehr oder weniger ihren Gefühlen und Vorstellungen entsprechende Weise sich ausdrücken.

Diese neue Reihe von Funktionen, womit wir uns jetzt beschäftigen wollen, hängt wesentlich von einer gewissen Eigenschaft ab, welche unter den Thieren nicht weniger allgemein ist, als die Sensibilität, nämlich vor der Zusammenziehbarkeit (Contractilität).

Diesen Namen gibt man dem, gewissen Theilen der thierischen Oekonomie innwohnenden Vermögen, sich wechselseitig plötzlich zu verkürzen oder zu verlängern.

Bei einigen Thieren von äußerst einfachem Baue, z. B. den Süßwasserpolypen (Fig. 2), scheinen alle Körpertheile der Contraktion fähig zu sein; erhebt man sich aber nur ein wenig in der Thierreihe, so sieht man, daß dieses Vermögen besondern Organen angehört, welche man Muskeln (musculi) nennt. Diese Muskeln, welche die aktiven Werkzeuge aller unserer Bewegungen sind, machen den größten Theil

der Körpermasse aus, und bilden das, was man im gemeinen Leben das Fleisch der Thiere nennt. Ihre Farbe ist in der Regel weißlich; bei einigen Thieren hingegen sind sie mehr oder weniger intensiv roth gefärbt; doch ist ihnen diese Farbe nicht eigenthümlich, sondern rührt nur von dem darin enthaltenen Blute her.

§. 247. **Die Struktur der Muskeln.** Jeder Muskel ist aus einer gewissen Anzahl Muskelbündel gebildet, welche durch ein Zellgewebe vereinigt und aus kleinern Bündelchen zusammengesetzt sind; diese letztern bestehen wiederum aus noch kleinern Bündelchen, und dies geht so fort, bis man endlich auf äußerst feine Fasern kommt, welche gerade und parallel an einander gelegt sind, und wovon jede, unter einem guten Mikroskop gesehen, gewöhnlich als eine Reihe kleiner Kügelchen erscheint. Nach dem Tode ist das Muskelgewebe weich und leicht zerreißlich, dagegen im lebenden Zustande sehr elastisch und im hohen Grade dem Zerreißen widerstehend. Im Wesentlichen besteht es aus einer Substanz, welche wir bereits im Blute gefunden haben und von den Chemikern Faserstoff oder Fibrine genannt wird. Auch Eiweißstoff, Osmazom und einige Salze findet man darin.

§. 248. Unter dem Einflusse gewisser Reize ziehen sich die Muskelfasern mit großer Schnelligkeit zusammen, wobei man zugleich die Muskelbündel, welche sie bilden, dicker und härter werden sieht, als sie es im Zustande der Schlaffheit sind. Diese Erscheinung kann Jeder an sich selbst gewahren, wenn er irgend eine Bewegung macht und dabei die Veränderungen beobachtet, die in den in Thätigkeit gesetzten Muskeln vor sich gehen. Man beuge z. B. den Unterarm stark gegen den Oberarm zurück, und man wird sogleich sehen, daß die Muskeln des Vorderarms anschwellen und härter werden.

Der Mechanismus der Muskelzusammenziehung ist noch nicht genau bekannt. Man ist mit Hülfe eines Mikroskops dahin gelangt, daß man im Augenblick, wo dieses Phänomen sich äußerte, die Transversalstreifen, welche an den meisten Fleischfasern leicht zu beobachten sind, sich einander nähern sah: diese Annäherung bringt nun eine entsprechende Verkürzung in der Totallänge der Muskeln hervor. Die beiden Enden des Muskels nähern sich also einander, und da sie an solche Theile angeheftet sind, welche durch sie in Bewegung gesetzt werden sollen, so müssen sie dieselben bei ihrer Zusammenziehung nothwendig mit sich fortziehen.

§. 249. Die Anheftung der Muskeln geschieht nicht unmittelbar an den zu bewegenden Theilen, sondern durch das Dazwischentreten einer faserigen Substanz, welche in die Muskelsubstanz eindringt, und so eine Fortsetzung von den Muskelfasern bildet. Dieses weiße und perlmutterglänzende Fasergewebe nimmt bald die Form einer Haut an und heißt alsdann Aponeurose (aponeurosis), bald gleicht es einem mehr oder weniger langen Strange und bildet alsdann die Sehnen (tendines). *

§. 250. **Der Einfluß des Nervensystems auf die Muskelzusammenziehung.** Weiter oben sagten wir, daß die Zusammenziehbarkeit besonders den Muskelfasern eigen sei: die Muskeln sind auch wirklich die einzigen Theile der thierischen Oekonomie, welche bei den höhern Thieren das Vermögen besitzen, sich zusammenzuziehen; doch verdanken sie diese Eigenschaft nur dem Nervensystem.

§. 251. **Der Einfluß der Nerven.** Jedes Muskelbündel erhält einen oder mehrere Nerven. Diese Nerven, welche von einer Art Hülle oder Scheide, dem sogenannten Neurilem (Nervenscheide) umgeben sind, legen sich bekanntlich aus sehr zahlreichen Längsfasern zusammen, welche sich in dem ganzen Muskel ausbreiten, dabei fast miteinander parallel und quer gegen die Muskelfasern laufen. Haben diese Nervenfasern ihren Weg auf diese Weise eine Zeitlang fortgesetzt, so beugen sie sich wieder rückwärts, bilden Schleifen und kehren zum Gehirn zurück, so daß sie mit diesem Organe einen ununterbrochenen Kreis zu bilden scheinen.

Schneidet man nun den Nerven ab, der sich in einem Muskel verzweigt und trennt man ihn somit von der Centralmasse des Nervensystems, so verhindert man seine Fasern an ihrer Contraktion, d. h. man lähmt sie. Wenn man auf das Gehirn eines lebenden Thieres einen starken Druck ausübt, so ist dies schon hinreichend, um dasselbe alsdald des Bewegungsvermögens vorläufig zu machen.

§. 252. Man hat schon viele Untersuchungen angestellt, um die Natur des Einflusses zu entdecken, den das Nervensystem auf die Muskeln ausübt, wenn es seine Bewegungen bestimmt. Die berühmtesten sind die von dem Physiker Galvani in Bologna; denn sie haben nicht nur ein neues Licht über diese schwierige Frage verbreitet, sondern auch zugleich zu einer der größten Entdeckungen des letzten Jahrhunderts, nämlich zur Entdeckung des Galvanismus, geführt.

Die Versuche Galvani's, Volta's und einiger anderer Gelehrten haben gezeigt, daß so oft sich gewisse Körper von verschiedener Natur, z. B. Kupfer und Eisen, berühren, sie Elektricität entwickeln, und daß diese Elektricität mit einer großen Schnelligkeit durch gewisse Körper, z. B. durch die Nerven und Metalle, hindurchströmt, welche man aus diesem Grunde gute Elektricitätsleiter nennt, während sie durch andere, z. B. Glas und Harz, in ihrer Strömung aufgehalten wird.

Hat man einen Muskel durch das Abschneiden eines sich dahin begebenden Nerven gelähmt, so kann man eine Zeitlang den Mangel der Nervenwirkung durch die Elektricität ersetzen und mit Hülfe derselben Contraktionen hervorrufen, die denjenigen ähnlich sind, welche in den gewöhnlichen Umständen unter dem Einflusse des Willens stattfinden.

Die bequemste Art, diese Versuche anzustellen, ist die, daß man einem lebenden Frosche die Haut ablöst und dieses Thier in der Lendengegend mitten durch entzwei schneidet, dann die Lendennerven faßt und in eine kleine gewundene Zinnplatte bülkt; hierauf legt man die Hinterheine auf eine kleine Kupferplatte; so oft nun das Zinn mit dem Kupfer in Berührung kommt, sieht man die Muskeln sich zusammenziehen, die Beine sich zurückschlagen und heftig zucken; dieser Theil des Frosches scheint also wieder Leben zum Hüpfen zu gewinnen. Diese auffallenden Wirkungen können noch lange Zeit nach dem Tode des Thieres erzeugt werden, auch lassen sie sich an dem Menschen beobachten; denn als man einen elektrischen Strom durch den Körper einiger Hingerichteten gehen ließ, hat man diese Cadaver in schrecklichen Convulsionen gesehen.

Eine ähnliche Erscheinung findet Statt, wenn man an einem lebenden Thiere einen Nerven abschneidet und denjenigen Theil, der noch an den Muskeln ist, zwickt oder brennt: die Muskeln ziehen sich alsobald zusammen; diese Wirkung scheint übrigens von der nämlichen Ursache abhängig zu sein, wie die in den vorhergehenden Versuchen hervorgebrachten Convulsionen, denn es ist erwiesen, daß sich in allen diesen Fällen Elektricität entwickelt.

Aus dem Vorhergehenden ersieht man, daß die elektrischen Ströme auf die Muskeln ebenso einwirken, wie die Nerven; diese Thatsache hat mehrere Physiologen zu der Meinung veranlaßt, daß dieser Nervenein fluß selbst nichts Anderes sei, als ein Uebergang

* Im gemeinen Leben nennt man diese Sehnen und Bänder Nerven, obschon sie mit diesen Organen Nichts gemein haben.

irgend eines, der Elektricität ähnlichen dünnen Fluidums, welche dem Gehirn und Rückenmark entweichen würde, um vermittelst der Nerven in die Muskeln zu strömen. Man hat sogar eine Zeitlang geglaubt, daß man alle Erscheinungen der Muskelcontraktionen aus den bekannten Eigenschaften der elektrischen Ströme erklären könne; aber diese Theorie, so plausibel sie auch schien, ließ sich nicht auf verschiedene neuere Thatsachen anwenden, darum scheint es uns auch zweckmäßig, sich hier nicht dabei aufzuhalten.

Es sei dem übrigens wie ihm wolle, wir sehen, daß die Contraktion nur in dem Muskelgewebe stattfinden kann, und daß die Wirksamkeit des Nervensystems die Ursache davon ist. Wir wollen nun zu erforschen suchen, welchen Antheil die verschiedenen Theile dieses Systems in der Erzeugung jener wichtigen Erscheinung nehmen.

§. 253. Die Muskeln zeigen unter sich sehr große Verschiedenheiten; die einen ziehen sich unter dem Einflusse des Willens zusammen, andere sind dieser Macht gleichfalls unterworfen, aber ihre Contraktion findet auch unabhängig von ihr Statt; endlich gibt es noch andere, auf deren Bewegungen der Willen gar keinen Einfluß hat. Die Muskeln der Extremitäten ꝛc. gehören der ersten dieser drei Klassen an; die Muskeln des Respirationsapparates der zweiten; und das Herz, der Magen ꝛc. der dritten. *

§. 254. Die Muskeln, deren Bewegungen durch den Willen bestimmt werden können, erhalten alle ihre Nerven aus dem Cerebro-Spinalnervensystem. Aber nicht alle Nerven dieses Systems stehen diesen Funktionen vor; einige gehören, wie wir wissen, ausschließlich der Sensibilität an. Hingegen scheinen die Nerven des dritten, vierten, sechsten, siebenten, neunten und elften Hirn-Nervenpaares (Fig. 55) ausschließlich an die Bewegungen gebunden zu sein; die Gehirnnerven des fünften und zehnten Paares, so wie alle Nerven, welche aus dem Rückenmark entspringen, verrichten beiderlei Funktionen zugleich; ihre hintere Wurzel gibt ihnen, wie wir bereits wissen, die Fähigkeit, die Eindrücke zum Gehirn überzupflanzen (§. 203); durch die vordere Wurzel pflanzt sich der zur Erzeugung der freiwilligen Bewegungen nothwendige Nerveneinfluß von dem Gehirne zu den Muskeln fort.

Schneidet man daher an einem lebenden Thiere die vordern Wurzeln der Rückenmarksnerven ab, so beraubt man diejenigen Theile, wohin sich diese Nerven begeben, ganz ebenso der Fähigkeit, sich zusammenzuziehen, als wenn man ihre beiden Wurzeln abschneiden würde.

§. 255. **Der Einfluß des Gehirns.** Schneidet man das Rückenmark entzwei, so hebt man gleichfalls die Bewegungen in allen denjenigen Theilen auf, woraus die Nerven unterhalb des Schnittes entspringen, während diejenigen Theile, deren Nerven noch mit dem Gehirn in Verbindung stehen, ihre Bewegungen fortsetzen. Wenn man aber anstatt des vorigen, am Rückenmark gemachten Versuchs das Gehirn wegnimmt oder so stark auf dasselbe drückt, daß es an seinen Funktionen gehindert ist, so lähmt man zugleich alle Muskeln der freiwilligen Bewegungen.

Auch scheint es, daß gewisse Theile des Nervensystems auf die Bewegungen einen ganz eigenthümlichen Einfluß ausüben. Magendie hat nämlich gezeigt, daß, wenn man denjenigen Theil des Gehirns abschneidet, der von den Anatomen gestreifter Körper (corpus striatum) genannt wird, das auf diese Weise verstümmelte Thier nicht mehr Herr seiner Bewegungen ist, sondern von einer unwiderstehlichen innern Macht vorwärts getrieben wird: es nimmt einen Anlauf, läuft mit außerordentlicher Schnelligkeit vorwärts und hält endlich an, scheint aber nicht mehr rückwärts zu können. Verwundet man hingegen bei einem Säugethier oder einem Vogel * die beiden Hälften des kleinen Gehirns, so sieht man das Thier alsbald rückwärts gehen, schwimmen oder sogar rückwärts fliegen, und sich nie vorwärts bewegen.

Macht man diese Verletzungen nur auf einer einzigen Hälfte, so beobachtet man andere Erscheinungen, die zu den auffallendsten zu gehören scheinen, jedoch aber nur Folgen der schon erwähnten Wirkungen sind. Schneidet man z. B. eine Seite des kleinen Gehirns oder des ringförmigen Fortsatzes in senkrechter Richtung ab, so fängt das Thier alsbald an, sich um sich selbst nach der verwundeten Seite hin zu drehen; und dies geschieht manchmal so schnell, daß das Thier mehr als sechzig Umdrehungen in einer Minute macht.

Aus diesen interessanten Versuchen und aus den Forschungen, die an demselben Gegenstand durch Flourens und einige Physiologen angestellt worden sind, ersieht man, daß das kleine Gehirn und die benachbarten Theile des Gehirns unter Anderem auch die Ortsbewegungen zu reguliren haben.

Die Bewegungen, welche, obwohl sie dem Willen unterworfen sind, doch auch unabhängig von dem Einfluß desselben stattfinden können, scheinen unter der Abhängigkeit des verlängerten Marks zu stehen. In der That, wenn das Gehirn keine Funktionen mehr ausübt, und daher auch kein Willen mehr da ist, so fahren die Muskeln des Respirationsapparates dennoch fort, thätig zu sein, wie zuvor, wo ihre Bewegungen durch diese Kraft geleitet werden konnten; zerstört man aber diesen Theil des Rückenmarks, und läßt man auch gleich das Gehirn unverletzt, so hören doch diese Bewegungen alsbald auf.

§. 256. **Der Einfluß des Ganglienſyſtems.** Was diejenigen Muskeln betrifft, deren Contraktionen von dem Willen ganz unabhängig sind, so erhalten sie ihre Nerven von dem Ganglienſyſtem; dieſes Syſtem iſt der Sitz ihrer Hauptthätigkeit; denn unterhält man durch künſtliche Mittel die Reſpiration, ſo kann man das ganze Gehirn ſammt dem Rückenmark zerſtören, ohne die Herzſchläge oder die periſtaltiſchen Contraktionen der Gedärme zu unterbrechen.

§. 257. Faßt man nun die bisherigen Thatſachen zuſammen, ſo bemerkt man, daß in der Erzeugung einer Bewegung, ſo wie in der Erſcheinung der Senſibilität eine ſehr merkwürdige Theilung der Arbeit beſteht; wenn es der Wille iſt, der eine Bewegung hervorbringt, ſo geht der Impuls von dem Gehirne aus; die Nerven führen ihn alsdann zu den Muskeln fort, welche durch ihre Contraktionen gleichſam die auf dieſe Weiſe fortgepflanzten Befehle ausführen; aber um ihre Wirkungen zu vereinigen, müſſen dieſe Befehle ſo zu ſagen, regulirt werden, wozu das kleine Gehirn und die benachbarten Theile des Gehirns angewieſen ſind. Was endlich die Bewegungen anbelangt, über die das Thier nicht Herr iſt, ſo hängt ihre Urſache nicht von der Thätigkeit des Gehirns, dem ſpeziellen Werkzeuge des Willens, ab, ſondern von andern Organen, nämlich dem verlängerten Marke und wahrſcheinlich auch von den Nervenknoten des Ganglienſyſtems.

* Es iſt beachtenswerth, daß die dem Willen unterworfenen Muskeln ebenſowohl hinſichtlich der Struktur, als in Beziehung auf ihre Funktionen, von dem größten Theile derjenigen Muskeln differiren, die von dem Willen unabhängig ſind; bei den höhern Thieren bieten die Faſerbündel der erſteren ſtets Transverſalſtreifen dar, während die meiſten der letzteren keine zeigen; doch iſt dieſer Unterſchied nicht conſtant, denn die Dreſſelarn gleichen in dieſer Beziehung denjenigen Muskeln, deren Bewegungen von dem Willen abhängen.

* Nach Magendie's Verſuchen ſcheint es, daß an den Reptilien und Fiſchen nicht die nämlichen Beobachtungen gemacht werden können.

§. 258. **Dauer und Stärke der Muskelzusammenziehungen.** Die Zusammenziehung der Muskelfaser ist wesentlich eine wechselsweise Erscheinung. Kein Muskel kann in einem Zustande permanenter Contraktion verbleiben, er muß nach einer längern oder kürzern Zeit nothwendig erschlaffen. Z. B. das Herz, dessen Thätigkeit nur mit dem Leben aufhört, zieht sich zusammen und ruht dann wieder aus, und dies wechselt immer auf diese Weise ab; was aber die Muskeln für die freiwilligen Bewegungen betrifft, so können dieselben Contraktionen, die durch mehr oder weniger nahe aneinander liegenden Ruhepunkte unterbrochen werden, nicht über eine gewisse Zeit hinaus fortgesetzt werden; wenn sie erwecken ein Gefühl von Müdigkeit, welches bis zu einem solchen Grade steigt, wo diese Bewegungen endlich unmöglich werden; dieses Gefühl verschwindet nur durch Untbätigkeit.

Die Schnelligkeit, womit diese Ermüdung eintritt, ändert sich je nach den verschiedenen Individuen bedeutend ab; übrigens steht sie im Verhältniß zur Intensität der Contraktionen, zur Dauer einer jeden und zur Schnelligkeit, womit sie aufeinander folgen.

Die durch die Contraktion eines Muskels angewandte Kraft hängt von der Textur dieses Organes und von der Nervenkraft eines Individuums ab. Die dicken, festen und rothen Muskeln sind für eine kräftige Contraktion geeigneter, als die dünnen, schlaffen und bleichen Muskeln; aber erst wenn diese Bedingungen mit einer sehr großen Willenskraft vereinigt sind, können diese Organe die größten Wirkungen hervorrufen. Schon durch den bloßen Einfluß der Thätigkeit des Gehirns kann die Energie der Muskelcontraktionen auf einer außerordentlich hohen Grad gesteigert werden: man kennt die Kraft eines zornigen und wahnsinnigen Menschen; und wenn sich bei dem gewöhnlichen Zustande der thierischen Oekonomie eine analoge Nervenkraft mit einer großen materiellen Entwicklung des Muskelsystems verbindet, so gehen daraus erstaunenswürdige Wirkungen hervor, wovon uns die Alten Erzählungen überliefern, indem sie von ihren Athleten, sprachen und wovon noch heutzutage die Gaukler zuweilen sprechende Zeugnisse abgeben.

Von dem Bewegungsapparat im Allgemeinen.

§. 259. Die Muskelcontraktion war bei mehreren der bereits beschriebenen Funktionen von großer Wichtigkeit; der Gegenstand, mit dem wir uns jetzt beschäftigen werden, hat aber noch eine direktere Beziehung darauf, denn wir werden jetzt das Studium der allgemeinen und partiellen Bewegungen unseres Leibes beginnen, wovon die Stellungen, die Ortsveränderung und eine Menge anderer ganz mechanischer Erscheinungen abhängen.

Bei den unterften Thieren sind sämmtliche Muskeln an die allgemeine Hautbedeckung geheftet, welche weich und biegsam ist; indem sie auf dieselben einwirken, modifiziren sie die Körperform so, daß der Körper im Ganzen oder theilweise in Bewegung gesetzt wird; bei Thieren mit einem vollkommenen Bau ist der Bewegungsapparat noch complizirter und nicht allein aus Muskeln, sondern auch aus einem System fester Theile zusammengesetzt, welches zur Vermehrung der Sicherheit, Kraft und Ausdehnung der Bewegungen dient und zu gleicher Zeit die allgemeine Körperform bestimmt und die Eingeweide gegen äußere Gewalt schützt.

§. 260. Dieses feste Gerüst, an welches die Muskeln befestigt sind, heißt **Skelet**. Bei gewissen Thieren, z. B. den Insekten und Krebsen, liegt es außen, und besteht nur in einer Modifikation der Haut; hingegen bei dem Menschen und allen Thieren, welche sich ihm nähern (nämlich bei den Säugethieren, Vögeln, Reptilien und Fischen) liegt es im Innern des Körpers, und ist aus Theilen zusammengesetzt, die ihm ganz speziell angehören.

Bei einigen Fischen (z. B. bei den Rochen) ist dieses Skelet aus einer weißen, opalähnlichen, festen, scheinbar homogenen und elastischen Substanz gebildet, die man **Knorpel** nennt. Aus dieser nämlichen Substanz besteht auch das Skelet des Menschen und der andern Thiere, so lange sie sich noch in der ersten Lebenszeit befinden; allein dieser Zustand, der bei den so eben erwähnten Fischen immer fortdauert, ist hier nur vorübergehend; denn die Knorpelsubstanz des Knochengerüstes belädet sich bald mit einem kalkartigen Stoff, welcher sie steif, zerbrechlich und sehr hart macht und in Knochen umwandelt.

§. 261. **Die Knochen.** Um sich davon zu überzeugen, daß die Knochen nichts anderes als Knorpel sind, die sich durch Aufnahme von Kalkfalzen verhärtet haben, mazerire man sie eine Zeitlang in Salzsäure; diese Flüssigkeit löst die in den Knochen enthaltenen Mineralstoffe auf, greift aber nicht die Knorpelsubstanz an, wodurch man also diese letztere von den Salzen, die ihre Eigenschaften gleichsam maskirten, abscheiden kann. *

Die Verknöcherung des Skelets nimmt ihren Anfang in zahlreichen Punkten, welche sich nach und nach vergrößern; es geht daraus hervor, daß am Anfange die Zahl der Knochenstücke sehr beträchtlich ist; aber durch das Fortschreiten der Knochenbildung vereinigen sich mehrere, so daß man bei dem erwachsenen Menschen weit weniger einzelne Knochen findet, als bei einem jungen, und häufig bemerkt man, daß im hohen Alter sogar mehrere derselben zusammenwachsen, und das solide Theile, die bis dahin noch knorpelartig geblieben sind, sich mit einer Kalkkruste überziehen. Der Nutzen dieser Entwicklungsweise ist leicht einzusehen: damit das feste Gestell des Leibes sich in seinen Bewegungen nicht hinderlich sei, muß es aus einer großen Anzahl beweglicher Stücke zusammengesetzt sein; diese Theilung ist aber besonders dann nothwendig, wenn alle seine Theile zur Vergrößerung der innern Organe dienen sollen.

Die Oberfläche der Knochen ist stets mit einer Hautschichte bedeckt, die man **Beinhaut** (periosteum) nennt; ihre Substanz ist aus deutlichen Fasern und Lamellen gebildet. Sollen diese Organe wenig Raum einnehmen und eine bedeutende Festigkeit darbieten, wie dieses immer bei solchen platten Knochen stattfindet, die den größten Theil der wichtigsten und zärtesten Eingeweide bedecken, so ist das Knochengewebe außerordentlich compact; sollen die Knochen hingegen einen in die Länge gezogenen Raum einnehmen und soll ihr Gewicht wenig genug betragen, um nicht den Bewegungen damit zu schaden, so ist ihr Gewebe nur gegen die Oberfläche hin dicht und gedrängt, und in ihrem Innern sind große Zellen oder selbst Kanäle vorhanden, welche letztere **Markhöhlen** (cavitates medullares) genannt werden, weil sie mit Mark (mollis s. substantia medullaris) angefüllt sind. Wenn man das Knochengewebe unter dem Mikroskope untersucht, so scheint es hauptsächlich aus sehr feinen Röhren oder aus Zellen gebildet zu sein, die von concentrischen Lamellen umgeben sind, zwischen denen man unburchsichtige und eiförmige Körperchen wahrnimmt.

§. 262. Die Form der Knochen variirt bedeutend: man unterscheidet lange, kurze und platte Knochen. Nur die ersteren zeigen eine Markhöhle, sind beinahe

* Nach der von Vergelius angestellten Analyse bestehen in 100 Theilen Knochen eines menschlichen Skelets, die vollkommen von Fett gereinigt sind: 32,17 Knorpelsubstanz, 1,13 Gefäße, 53,04 unterphosphorsaurer Kalk mit etwas Fluorcalcium, 11,30 kohlensaurer Kalk, 1,16 phosphorsaure Magnesia, 1,20 Natron mit ein wenig Chlornatrium. In den Ochsenknochen hat dieser Chemiker die gleiche Menge thierischer Stoffe, aber weit weniger kohlensauren Kalk entdeckt. Der Knochenbrei der Knochen ist als Gallerte gebildet. Man wendet sie zur Fabrikation des Leimes und zur Bereitung von Dünger an.

immer cylinderförmig, und die das Gewebe bildenden Röhrchen sind der Länge nach aneinandergelegt. In den platten Knochen sind diese Röhren mit der Oberfläche des Knochens parallel und in den kurzen Knochen durch Zellen ersetzt. An den einen und andern bemerkt man oft Erhabenheiten, welche den Muskeln oder andern Theilen als Anheftepunkte dienen und welche, wenn sie einen starken Vorsprung bilden, von den Anatomen Fortsätze apophyses (processus) genannt werden. Auch zeigen die Knochen auf ihrer Oberfläche mehr oder weniger große Vertiefungen, die entweder als Sitz für weiche Theile oder als Gruben dienen, worin sich andere Knochen bewegen, und an vielen Stellen steht man Löcher, durch welche Blutgefäße oder Nerven hindurchgehen.

§. 263. **Gelenkverbindung der Knochen** (articulatio s. conjunctio etc.) Den Namen Gelenkverbindung oder Artikulation gibt man der Verbindung der verschiedenen Knochen unter sich. Die von der Natur dazu angewandten Verbindungsmittel variiren bedeutend, je nachdem sie unter sich die gleichen Beziehungen fortbehalten und fest bleiben, oder mehr oder weniger ausgedehnte Bewegungen ausführen sollen. Wenn die Gelenkverbindung keine Bewegung zum Zwecke hat, so kann sie auf dreierlei Art stattfinden: durch Ansetzen, falsche Nath (harmonia, sutura spuria, juxta-positio), durch Eingreifen, wahre Nath (sutura vera), durch Einkeilung, Einpassung (gomphosis). Die erste Art von Gelenkverbindung, d. h. durch einfaches Ansetzen der Gelenkoberflächen, läßt sich nur in gewissen Theilen des Skelets sehen, wo die Stellung der Knochen so ist, daß keine Verrückung derselben vorkommen kann. Bei der zweiten Art der Knochenverbindung zeigen die Gelenkflächen eine Reihe zackenförmiger Erhabenheiten und Vertiefungen, welche gegenseitig in einander greifen, wodurch diese Verbindungen auch ohne sehr ausgedehnte Gelenkoberflächen eine bedeutende Festigkeit erhalten können. Die dritte Verbindungsart, d. h. durch Einkeilung, ist eine solche, wo ein Knochen in die Höhlung eines andern Knochens, der ihm als Grundlage dient, eingekeilt oder eingepaßt ist: diese Gelenkverbindung ist die festere, aber auch die seltenere.*

§. 264. Bei der beweglichen Verbindung oder dem Gelenke (diarthrosis, articulus), sind die Knochen nicht unmittelbar mit einander vereinigt, sondern werden durch Bänder, welche sich von dem einen Knochen zum andern erstrecken, in Berührung gehalten.

Die Gelenkflächen sind bald durch eine dazwischen liegende Knorpel oder Faserknorpelsubstanz vereinigt, welche an die eine und andere Fläche befestigt ist und eine Bewegung nur durch ihre Elastizität zuläßt; bald gleiten die Gelenkflächen übereinander weg und werden nur durch Bänder ** (Ligamente), welche sie umgeben und so eingerichtet sind, daß sie den Bewegungen eine bestimmte Gränze setzen können, in der gehörigen Beziehung zu einander gehalten. Diese Verbindungsweise läßt sich immer bei sehr ausgedehnten Bewegungen bemerken. Die auf diese Weise artikulirenden Flächen sind stets außerordentlich glatt und mit einer Knorpelscheibe bedeckt, welche die Glätte noch vermehrt; indessen sind dies nicht die einzigen Mittel, welche die Natur zur Verminderung der Reibung in den Gelenken anwendet; denn es findet sich in diesen eine häutige Blase — die sogenannte Synovialkapsel oder Synovialhaut (membranae s. capsula synovialis), welche mit den serösen Häuten Aehnlichkeit hat und mit einer eiweißartigen Flüssigkeit, der Gelenkschmiere (synovia), angefüllt ist, welche den Oberflächen ein leichtes Uebereinanderhergleiten gestattet. Diese Blase, die das Gelenk von allen Seiten umgibt, trägt bedeutend dazu bei, die Knochen in gegenseitiger Berührung zu erhalten, denn sie schließt die umgebenden Flüssigkeiten von der Höhle aus, welche diese Körper zwischen sich lassen, daher können diese sich nicht von einander entfernen, ohne darin einen leeren Raum zu bilden; daraus ergibt sich, daß das volle Gewicht der Atmosphäre diese Gelenkflächen in ihrer natürlichen Lage zu erhalten strebt; um sich von der Wichtigkeit dieses Umstandes zu überzeugen, braucht man sich nur von der Schwierigkeit zu versichern, die man an einem Cadaver bei dem Ausrenken eines Knochen findet, dessen Gelenk unbeschädigt ist, und zu sehen, wie leicht dagegen diese Operation von statten geht, sobald man in die Synovialhaut eine Oeffnung macht, und dadurch Luft in die Gelenkhöhle eintreten läßt.

§. 265. **Wirksamkeit der Muskeln an den Knochen.** Alle, zur Erzeugung großer Körperbewegungen bestimmten Muskeln sind an das Skelet mit ihren beiden Enden befestet. Daraus ergibt sich, daß sie bei ihrer Zusammenziehung denjenigen Knochen, welcher ihnen am wenigsten Widerstand leistet, aus seiner Lage rücken und ihn zu dem unbeweglich gebliebenen Knochen hinziehen, der ihnen als Stützpunkt für die Bewegung des ersteren dient. In den meisten Fällen sind die Knochen um so beweglicher, je entfernter sie von dem Centraltheil des Körpers liegen: auch bemerkt man, daß die Muskeln, welche an zwei Knochen befestigt sind, in der Regel auf den entfernteren wirken, und man bemerkt stets, wie sich die zur Bewegung eines Knochens bestimmten Muskeln von diesem Organe aus gegen den Stamm hin erstrecken; z. B. die zur Bewegung der Finger dienlichen Muskeln nehmen die Hohlhand und den Unterarm ein; diejenigen, welche den Unterarm gegen den Oberarm zurückziehen, haben ihren Anhetipunkt im Oberarm, und diejenigen, welche den Oberarm gegen die Schulter hin bewegen, liegen auf der Schulter.

In gewissen Umständen jedoch bewegen diese Muskeln diejenigen Knochen, welche ihnen in den gewöhnlichen Fällen als Stützpunkt dienen. Hat man sich z. B. mit den Händen irgenwo aufgehängt und sucht man sich alsdann zu erheben, so ziehen die Beugemuskeln des Unterarms den Oberarm gegen den Unterarm hin, da sie denselben nicht aus der Stelle rücken können, und ziehen so den ganzen Körper mit sich fort.

In der Regel hängt die Art der durch die Contraktion eines Muskels erzeugten Bewegung theils von der Beschaffenheit der Gelenkverbindung des zu bewegenden Knochens, theils von der Lage des Muskels gegen diesen Knochen ab: der Muskel zieht den Knochen immer nach seiner Seite hin und nähert ihn dem Punkte, an welchen sich sein entgegengesetztes Ende angeheftet findet. So nehmen die Beugemuskeln der Finger die flache Seite der Hand und des Vorderarms ein, während ihre Streckmuskeln auf der entgegengesetzten Seite des Gliedes liegen. Häufig sind mehrere Muskeln so angeordnet, daß sie sich zur Erzeugung einer und derselben Bewegung vereinigen können: man nennt sie alsdann mitwirkende Muskeln oder Mitmuskeln (associ); Gegenmuskeln (oder Antagonisten, antagonistae) heißen diejenigen Muskeln, welche eine entgegengesetzte Bewegung hervorbringen.

Nach ihren verschiedenen Wirkungen bezeichnet man die Muskeln noch als Streckmuskeln oder Ausstrecker (musculi extensores), als Beugemuskeln oder Beuger (m. flexores), als Anziehmuskeln oder Anzieher (m. adductores), als Abziehmuskeln oder Abzieher (m. abductores), als Drehmuskeln (m. rotatores) ꝛc.

§. 266. Die Kraft, mit der ein Muskel sich zusammenzieht, hängt von seiner Größe, der Willenskraft

* In diesem dritten Falle befinden sich bloß die Zähne.

** Den Namen Bänder (ligamenta) gibt man den Faserbündeln, welche den Bündeln der Flechsen ähnlich, sehr zähe, abgerundet oder abgeplattet, perlmutterfarbig sind und die Knochen unter sich verbinden.

und einigen andern schon erwähnten Umständen ab; indessen ist auch die, durch diese Zusammenziehung erzeugte Wirkung größtentheils von der Art und Weise abhängig, wie er an den zu bewegenden Knochen angeheftet ist.

So wird bei übrigens gleichen Umständen die durch die Contraktion eines Muskels erzeugte Bewegung um so größer sein, je weniger schief dieser Muskel an den beweglichen Knochen angeheftet sein wird: heftet er sich an denselben unter einem rechten Winkel, so wird seine ganze Kraft zu dessen Bewegung angewendet; ist aber das Entgegengesetzte der Fall, so geht ein mehr oder weniger beträchtlicher Theil dieser Kraft verloren.

In der That, wenn der Muskel m (Fig. 68), dessen Kraft wir = 10 setzen wollen, senkrecht an den Knochen l geheftet ist, dessen Ende a im Stützpunkt r beweglich ist, so wird er nur das Gewicht dieses Knochens zu überwinden haben und wird ihn aus der Lage a b in die der Linie a c bringen, wobei er ihn im Anheftepunkt einen Raum durchlaufen läßt, den wir ebenfalls = 10 annehmen wollen; wirkt aber dieser Muskel schief auf den Knochen, z. B. in der Richtung der Linie n b, so wird sich die Sache ganz anders verhalten, denn alsdann wird er ihn in die Richtung b n zu bringen und ihn folglich gegen die Gelenkfläche r zu bewegen streben, worauf das Ende des Knochens ruht; weil aber dieser letztere ein unbiegsamer Körper ist, so kann keine Verrückung stattfinden; der Knochen kann sich nur in dem Punkte r, wie ein Zapfen umdrehen, und die Contraktion des Muskels n wird, ohne etwas an der angenommenen Kraft zu verlieren, diese Knochen in die Richtung a d bringen; drei Viertheile der angewandten Kraft werden verloren sein, er wird also nur eine Verrückung hervorbringen, wozu auch ein Viertheil der Kraft hingereicht hätte, wäre er wie der Muskel m senkrecht an Knochen angebracht gewesen.

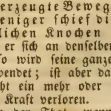


Fig. 68

Im thierischen Leibe sind nun die Muskeln meistens schief und daher auf eine Weise angeheftet, die für die Intensität des Resultats ihrer Contraktionen nicht sehr günstig ist. Es ist jedoch häufig eine Einrichtung da, welche die Schiefheit der Einfügung zu vermindern sucht: dies ist nämlich die Anschwellung, welche sich am Ende der meisten langen Knochen befindet und hauptsächlich zur größeren Festigkeit der Gelenke dient. Die oberhalb des Gelenkes der Muskeln (m) liegenden Sehnen (i) heften sich gewöhnlich unmittelbar unter dieser Anschwellung an und gelangen somit an den beweglichen Knochen (o), indem sie eine Richtung verfolgen, die sich mehr der senkrechten nähert, wovon man sich überzeugen kann, wenn man die Anheftung des Muskels m in der Fig. 70, wo diese Anschwellungen vorhanden sind, und in der Fig. 69 vergleicht, wo man die Gelenkenden ohne solche Anschwellungen dargestellt hat.

Fig. 69.

Fig. 70.

§. 267. Die Entfernung des Anheftepunkts von dem Stützpunkt und dem entgegengesetzten Ende des Hebels, den dieses Organ darstellt, hat gleichfalls einen sehr großen Einfluß auf die durch die Contraktion erzeugten Wirkungen. Zur Erklärung dieser Thatsache müssen wir unsere Zuflucht zur Mechanik nehmen.

Die Knochen stellen also einen Hebel dar, dessen Namen man in der Physik jeder unbiegsamen Stange gibt, welcher sich auf einem festen Punkt bewegt, den man Stützpunkt heißt. Das, was den Hebel in Bewegung setzt, nennt man Kraft, und das, was sich dieser Bewegung entgegensetzt, wird Widerstand genannt. Unter Hebelarm der Kraft und Hebelarm des Widerstandes versteht man die Entfernung des Unterstützungspunktes von demjenigen Punkte, wo die eine oder die andere Kraft angebracht ist.

Die Länge dieser Hebelarme hat nun einen außerordentlich großen Einfluß auf die Kraft, welche dem Widerstand das Gleichgewicht zu halten hat. Man kann sich davon überzeugen, wenn man die Einrichtung der Wage, die unter dem Namen römische Wage (Fig. 71) bekannt ist, betrachtet. Der Wagbalken ist durch den Stützpunkt (a) in zwei ungleich lange Theile getheilt. Am Ende des einen Armes (r), welcher sehr kurz ist, befindet sich der Widerstand (oder der Gegenstand, welchen man wägen will), und am andern Ende (p) hängt irgend ein Gewicht, welches einem um so größeren Widerstand das Gleichgewicht hält, je mehr es sich von dem Unterstützungspunkt entfernt, und je mehr sich folglich der Hebelarm der Kraft verlängert, während der Hebelarm des Widerstandes gleich lang bleibt.

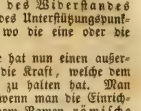


Fig. 71.

Auch ist Jedermann bekannt, wie groß der Unterschied in der Kraft ist, die ein Mensch anwenden kann, wenn er eine Last entweder mit zurückgebeugtem oder mit ausgestrecktem Arme zu heben sucht. In diesen Bewegungen sind nun die gleichen Muskeln wirksam und der Hebelarm der Kraft bleibt der gleiche, nur der Hebelarm des Widerstandes, welcher durch die Entfernung der Hand von der Schulter vorgestellt wird, verlängert sich.

Ferner lehrt uns die Mechanik, daß, wenn bei irgend einem Hebel Gleichgewicht stattfinden soll, sich der Widerstand und die Kraft umgekehrt zu der Länge ihrer Hebelarme verhalten, d. h. daß sie mit ihren bezüglichen Hebelarmen multiplizirt, alle beide ein gleiches Produkt geben.

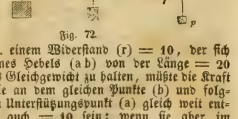


Fig. 72.

Um z. B. einem Widerstand (r) = 10, der sich am Ende eines Hebels (a b) von der Länge = 20 befände, das Gleichgewicht zu halten, müßte die Kraft (p), wenn sie an dem gleichen Punkte (b) und folglich von dem Unterstützungspunkt (a) gleich weit entfernt wäre, auch = 10 sein; wenn sie aber im Punkte (c) angebracht wäre, so müßte sie, um den gleichen Effekt hervorzubringen, = 20 sein, denn der Widerstand, den wir = 10 angenommen haben, wird multiplizirt mit der Länge seines Hebelarmes = 20, als Produkt 200 geben: und auf der andern Seite wird der = 10 angenommene Hebelarm (c a) der Kraft, mit einer Kraft = 20 multiplizirt werden müssen, um das gleiche Produkt 200 zu geben. Bringt man endlich die Kraft noch näher an den Unterstützungspunkt, z. B. in dem Punkt d, so wird die Kraft = 100 gesetzt werden müssen, wenn der Hebelarm a d = 2 ist, denn $2 \times 100 = 200$.

Die Einrichtung der Hebel hat einen

eben so großen Einfluß auf die Geschwindigkeit der erzeugten Bewegungen, als auf ihre Kraft; wenn man durch Anwendung einer vergleichungsweise geringen Kraft auf diese Weise einen weit größeren Widerstand überwinden kann, so kann man auch durch Anwendung einer bewegenden Kraft von irgend einer Geschwindigkeit mit Hülfe dieser Instrumente eine langsamere oder schnellere Bewegung hervorbringen.

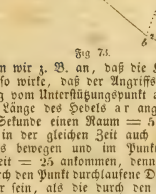


Fig. 73.

Nehmen wir z. B. an, daß die Kraft p auf den Hebel a r so wirke, daß der Angriffspunkt c, dessen Entfernung vom Unterstützungspunkt a als der fünfte Theil der Länge des Hebels a r angenommen wird, in einer Sekunde einen Raum = 5 durchlaufe, so wird sich in der gleichen Zeit auch der Endpunkt r des Hebels bewegen und im Punkte b mit einer Schnelligkeit = 25 ankommen, denn die in gleichen Zeiten durch den Punkt durchlaufene Distanz wird fünfmal größer sein, als die durch den Punkt b durchlaufene. Man erhält also mit einer Kraft, deren Geschwindigkeit nur 5 ist, wenn man sie im Punkte c wirken läßt, das gleiche Resultat, als wenn man unmittelbar im Punkte r eine Kraft mit der Geschwindigkeit = 25 anbringt.

Aber aus dem, was wir weiter oben sagten, ersieht man auch, daß man Alles, was man auf diese Weise an Geschwindigkeit gewinnt, wieder an Kraft verliert; zu diesem Resultate gelangt man besonders dadurch, daß man den Hebelarm des Widerstandes länger als den der Kraft macht.

Im thierischen Körper sind nun fast alle durch die Knochen vorgestellten Hebel so eingerichtet, daß sie die Geschwindigkeit der Bewegungen auf Kosten der zu ihrer Erzeugung nothwendigen Kraft begünstigen. Läßt man z. B. den ausgestreckten Arm herabsinken, wenn die Schnelligkeit, mit welcher seine Muskeln sich zusammenziehen, eine solche ist, daß ihr Angriffspunkt in der Sekunde einen drei Zoll langen Weg zurücklegt, so wird das äußerste Ende des Gliedes sich von seiner ursprünglichen Lage mit einer Schnelligkeit von beinahe drei Fuß in der Sekunde entfernen.

Da nun diese vorläufigen Bemerkungen über die thierische Mechanik gegeben sind, so können wir uns jetzt dem Studium der verschiedenen Theile des Bewegungsapparates überlassen, den wir vorzugsweise an dem Menschen untersuchen werden.

Beschreibung des Bewegungsapparates bei dem Menschen.

§. 268. Der Bewegungsapparat des Menschen und der übrigen höhern Thieren setzt sich, wie bereits gesagt, worden, aus dem Skelet und den Muskeln zusammen.

Das durch die Vereinigung einer großen Anzahl von Knochen gebildete Skelet theilt sich, gerade wie der Körper, in drei Theile: in den Kopf, den Stamm oder Rumpf und die Extremitäten.

§. 269. **Der Kopf** (caput). Der Kopf ist aus zwei Haupttheilen — dem Schädel oder der Hirnschale (cranium) und aus dem Gesicht (facies) — zusammengesetzt.

Der Schädel ist eine eiförmige knocherne Büchse, welche den ganzen hintern und obern Theil des Kopfes in sich begreift (Fig. 74) und, wie wir wissen (§. 170), der Sitz des großen und kleinen Gehirns ist. Acht Knochen vereinigen sich zur Bildung seiner Wände, nämlich: vornen das Stirnbein (f), oben die beiden Scheitelbeine (p), an den Seiten die beiden Schläfenbeine (t), hinten das Hinterhauptbein (o), unten das Keilbein (s) und das Siebbein; alle diese Knochen haben, mit Ausnahme des letzteren, die Form großer, dünner Platten, mit einer sehr compacten Textur, und alle unter sich so verbunden, daß sie vollkommen unbeweglich sind und der Hirnschale eine bedeutende Festigkeit geben. Diese Artikulationen selbst sind darin sehr bemerkenswerth, daß sie in den verschiedenen Theilen des Schädels ihre Form abändern, um dadurch besser der äußern Gewalt widerstehen zu können, welche diese Knochen von einander zu trennen suchen könnte, und welche verschiedene Effekte hervorbringen muß, je nach dem Punkt, auf den sie wirkt. Thut man z. B. auf den Scheitel des Kopfes einen Schlag, so pflanzt sich die Bewegung nach allen Richtungen fort und sucht die beiden Scheitelbeine von einander zu entfernen und das Stirnbein oder das Hinterhaupibein vor oder rückwärts zu treiben: diese Knochen werden aber durch äußerst feste Nähte zusammengehalten. Wenn aber die Hirnschale einen Stoß von der Seite her erhält, so sucht dieser das Schläfenbein einzudrücken; um nun diesen Zufall zu verhindern, hat die Natur diesen Knochen mit den benachbarten Theilen nicht mit Hülfe des Ineinandergreifens, das bloß ihre Trennung verhindert, sondern vermittelst eines sehr schief geschnittenen Gelenkrandes vereinigt, wodurch dieser Knochen äußerlich weit größer wird, als der Raum, in dem er sich gleichsam eingekeilt findet.

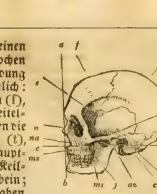


Fig. 74. *

Die Wölbung der Hirnschale zeigt weiter nichts Merkwürdiges; nur an ihrer Basis sieht man eine Menge Löcher, welche zum Durchgange der Blutgefäße des Gehirns und der aus demselben entspringenden Nerven dient; durch eines dieser Löcher, das im Hinterhaupibein liegt und das größte von allen ist, geht das Rückenmark hindurch; nahe an seinem Rande befindet sich zu jeder Seite ein breiter und convexer Knochenfortsatz, der Gelenkkopf (condylus), welcher zur Gelenkverbindung des Kopfes mit der Wirbelsäule dient. Der Kopf steht auf diesen Zapfen beinahe im Gleichgewicht; doch ist der nach vornen gelegene Theil des Gelenkes voluminöser als der hintere, welcher sich mit dem ersteren im Gleichgewicht zu halten sucht: die Muskeln, welche sich von der Wirbelsäule nach dem hintern Theil des Kopfes hinstrecken, sind weit zahlreicher und kräftiger als die auf ähnliche Weise vornen an der Wirbelsäule liegenden Beugemuskel; wenn nun die hintern erschlaffen, was z. B. beim Schlafe geschieht, so sucht der Kopf gewöhnlich vornen gegen die Brust herabzusinken.

An den Seiten der Schädelbasis bemerkt man noch zwei sehr dicke Knochenfortsätze, die Zitzenfortsätze (processus mastoideus) (Fig. 76), an welche zwei Muskel geheftet sind, die schief gegen die Brust an den vorderen Theil des Halses herabsteigen und dazu dienen, den Kopf auf der Wirbelsäule herumzudrehen. Unmit-

* *f* das Stirnbein (os frontis); — *p* eines der beiden Scheitelbeine (ossa parietalia); — *t* eines der beiden Schläfenbeine (ossa temporum); — *o* das Hinterhauptbein (os occipitis); — *s* das Keilbein (os sphenoideum); — *n* Nasenbein (os nasi); — *ma* der Oberkiefer (maxillæ superiores); — *j* Joch- oder Wangenbein (ossa jugalia s. malaria); — *mi* der Unterkiefer (maxilla s. mandibula inferior); — *na* die vordere Oeffnung der Nasenhöhlen; — *ta* die Oeffnung für den Gehörapparat; — *an* der Jochbogen (arcus zygomaticus), welcher durch einen Theil des Schläfen- und Wangenbeins gebildet wird; — *a*, *b*, *c*, *d* sind Linien, die den Gesichtswinkel angeben, wovon später die Rede sein wird.

telbar vor diesen Fortsätzen befindet sich die Oeffnung des äußern Gehörganges, welcher, wie die verschiedenen Theile des mittleren und inneren Ohrs, in einem Theile des Schläfenbeins sich befindet, welcher wegen seiner großen Härte (siehe §. 222) Felsentheil oder Felsenbein (pars petrosa) genannt wird.

§. 270. Das Gesicht ist durch die Vereinigung von vierzehn sehr verschiedenartig geformten Knochen gebildet und stellt fünf große Höhlen dar, die als Sitz für die Gesichts-, Geruchs- und Geschmacksorgane dienen. Mit Ausnahme des Unterkieferknochens sind alle diese Knochen vollkommen unbeweglich und sowohl unter sich als mit den Schädelknochen verbunden. Die zwei Hauptknochen sind die Oberkieferknochen (maxillae superiores) (ms, Fig. 74), welche beinahe den ganzen Oberkieferknochen zusammensetzen und mit der Stirne so verbunden sind, daß sie auch zur Bildung der Augenhöhlen und der Nasenhöhlen beitragen; nach außen artikulirten sie mit den Joch- oder Wangenbeinen (jugalia, ossa malae) (j) und nach hinten mit den Gaumenbeinen (ossa palati), welche sich ihrerseits wieder mit dem Keilbein, (os sphenoideum) verbinden.

Die Augenhöhlen (orbitae, cavitates orbitales) sind, wie wir bereits an einem andern Orte gesehen haben (§. 241), zwei kegelförmige Gruben, deren Grundfläche vorwärts gekehrt ist; die Wölbung dieser Höhlen ist aus einem Theile des Stirnbeins und ihr Boden (paries inferior) aus dem Oberkiefer gebildet; innen werden ihre Wände durch das Siebbein (os ethmoideum) und einen kleinen Knochen, welcher Thränenbein (os lacrymale) heißt, vervollständigt; nach außen sind sie aus dem Jochbeine und dem Keilbeine gebildet, welches auch den Hintergrund einnimmt, wo sich die Oeffnungen für den Durchgang des Sehnerven und der andern, dem Sehapparate angehörenden Nervenverzweigungen befinden. An dem Gewölbe der Augenhöhle bemerkt man eine Vertiefung, worin die Thränendrüse liegt, und an ihrer äußern Wand befindet sich ein Kanal, der senkrecht in die Nasenhöhle hinabsteigt und die Thränen hindurchfließen läßt.

Die Nase (nasus) ist größtentheils aus Knorpeln gebildet, deßhalb ist auch im Skelet die vordere Oeffnung der Nasenhöhlen (na, Fig. 74) sehr groß, und der aus zwei kleinen Knochen, den Nasenbeinen (n), gebildete knöcherne Theil der Nase wenig hervorstehend. Sehr ausgedehnt sind die Nasenhöhlen (cavitates narium); oben vertiefen sie sich in das Siebbein, das im Innern ganz mit Zellen ausgefüllt ist; unten sind sie von dem Munde durch das Gaumengewölbe (palatum durum) getrennt, das durch die Oberkieferknochen und die beiden Gaumenbeine (ossa palatina) gebildet wird; sie sind durch eine in der Mittellinie liegende verticale Scheidewand von einander getrennt, die oben aus einem Theile des Siebbeins und unten aus einem besondern Knochen, dem Pflugscharbein (vomer) gebildet wird. Im Innern dieser Nasenhöhlen findet man noch zwei Knochen, welche die untern Nasenmuscheln (conchae inferiores) bilden und bemerkt darin den Eingang zu den Stirnhöhlen (sinus frontales), den Keilbeinhöhlen (sinus sphenoidales) und den Kieferhöhlen (sinus maxillares), welche mehr oder weniger weite Höhlen in den gleichnamigen Knochen sind (Fig. 59, §. 219).

In dem Oberkieferknochen sind alle Zähne der obern Kinnlade eingekeilt: in der frühen Jugend ist dieser aus mehreren Stücken gebildet; bei den meisten Thieren unterscheidet man während der ganzen Lebenszeit einen vordern Theil, den Zwischenkieferknochen (os intermaxillare) (im, Fig. 75).

Der Unterkiefer (maxilla inferior) des Menschen besteht nur aus einem einzigen Knochen, denn die beiden Hälften, welche man daran bei vielen Thieren unterscheidet, verwachsen frühzeitig und so

Fig. 75. Ein Pferdskopf. *

vollständig miteinander, daß sie alsdann nur ein einziges Stück bilden. Dieser Knochen hat viel Aehnlichkeit mit einem Hufeisen, dessen beiden Enden stark aufwärts gebogen sind. Er artikulirt mit den Schläfenknochen durch die Vermittlung eines hervorspringenden Gelenkfortsatzes, der sich an jedem der beiden Enden befindet und in einer Höhle, der sogenannten Gelenkpfanne oder Gelenkhöhle, liegt; vor diesen Gelenkknöpfen erhebt sich zu beiden Seiten ein Knochenfortsatz, der Kron- oder Stachelfortsatz (processus coronoideus), welcher zur Anheftung eines der Hebemuskeln der Kinnlade (des Schläfenbeinmuskels) dient; diese Muskeln Fig. 76) heften sich alle in der Nähe des Unterkieferwinkels in geringer Entfernung von dem Stützpunkt an, auf welchem sich dieser Hebel bewegt. Dagegen ist der Widerstand, den dieser Hebel während der Kauung zu überwinden hat, in den meisten Fällen an dem vordern Theile der Kinnlade angebracht; auch können alsdann die Muskeln, obgleich sie sehr stark sind, nur in geringem Grade wirksam sein, so daß man, um sehr harte Gegenstände mit den Zähnen zu zerquetschen, genöthigt ist, diese so weit als möglich nach dem hintern Theil des Mundes zu bringen, wodurch der Hebelarm des Widerstandes dem Hebelarm der Kraft gleich oder sogar noch kürzer wird, als dieser letztere. Diese Muskeln sind sowohl an die innere als äußere Seite der Kinnlade geheftet und nehmen ihren Stützpunkt zu beiden Seiten des Kopfes bis zu den Schläfen hinauf, indem sie zwischen den Seitenwänden des Schädels und einem Knochenbogen, dem sogenannten Jochbogen (arcus zygomaticus) (z) hindurchgehen, welcher sich von dem Oberbacken bis zum Ohre ausdehnt und zugleich zum Anheften dieser Organe dient.

Fig. 76. **

Der Kopf besteht, wie man sehen konnte, wesentlich aus 22 Knochen, doch ist dies nicht die Anzahl aller Knochen; denn im Innern eines jeden Schläfenbeins sind noch drei, was wir weiter oben (§. 222) gesagt haben, vier Knöchelchen vorhanden, welche dem Gehörapparat angehören; eben so kann auch das Zungenbein (os hyoideum) (Fig. 22), welches an den Schläfenbeinen vermittelst Bänder hängt und querüber am vorderen Theil des Halses liegt, wo es die Zunge zu tragen und den Kehlkopf zu unterstützen hat, als ein Anhang des Kopfes betrachtet werden.

§. 271. **Der Rumpf oder Stamm** (truncus). Der wichtigste Theil des Rumpfes und selbst des ganzen

* *oc, t, f* Hinterhaupt-, Schläfen- und Stirnbein. — *n* Nasenbein; — *m* Zwischenkiefer; — *im* Zwischenkiefer; — *mi* Unterkiefer; — *o* Augenhöhle; — *c* Schneidezähne; — *c* Hundszähne oder Eckzähne; — *mo* Backenzähne.

** Die hauptsächlichsten Muskeln des Kopfes sind: *o* der Augenlieschließer (musculus orbicularis palpebrarum), welcher dazu dient, die Augen zu schließen; — *bb* der Nunschließer oder Schließmuskel des Mundes (m. orbicularis oris), dient zur gegenseitigen Annäherung der Lippen; — *j* der Backenmuskel (m. buccinator); — *b* der Kaumuskel (m. masseter) zur Hebung der untern Kinnlade bestimmt; — *t* der Schläfenmuskel (m. temporalis), der die nämliche Anwendung findet; — *s* der große Jochmuskel (m. zygomaticus major); — *c* die Gelenkverbindung der untern Kinnlade; — *a* Gehörloch und der Zitzenfortsatz (proc. mastoideus).

Skelets, welcher als Stütze für alle andern Theile dient und bei den verschiedenen Thieren am wenigsten variirt, ist die Wirbelsäule oder das Rückgrat (columna vertebralis, spina vertebralis s. dorsi).

Diesen Namen gibt man einer Art knöchernen Säule, welche die ganze Körperlänge einnimmt und aus zahlreichen kleinen Knochen, den Wirbeln oder Wirbelbeinen (vertebræ), die übereinander liegen, und unter sich fest verbunden sind, zusammengesetzt ist.

Diese Säule (Fig. 78) nimmt die ganze hintere Mittellinie des Körpers (Fig. 77) ein und trägt auf seinem obern Ende den Kopf, den man als eine Fortsetzung von ihr betrachten kann. Bei dem Menschen zählt man daran 33 Wirbel, die man in 5 Abtheilungen bringt, nämlich: 7 Halswirbel (c), 12 Rückenwirbel (d) und 5 Lendenwirbel (l), die zusammen die wahren Wirbel (vertebræ veræ) bilden; ferner das Heiligbein (os sacrum) (s), welches aus 5 Wirbeln besteht und endlich das Steißbein (os coccygis) (c d), woran man 4 Wirbel bemerkt. Diese 9 letzteren Wirbel werden falsche Wirbelbeine (vertebræ spuriæ) genannt. Die Wirbelsäule zeigt mehrere Krümmungen und nimmt vom vordern oder obern Theile an bis zum Anfange des Heiligbeins an Dicke zu. Kurz vor der Geburt sind alle Wirbel vollkommen deutlich von einander unterschieden und einfach unter sich verbunden; bald nachher aber wachsen die 5 Wirbel des Heiligbeins zusammen und bilden somit nur noch einen einzigen Knochen, nämlich das eben genannte Heiligbein oder Kreuzbein (os sacrum s. latum) (s).

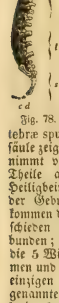


Fig. 78.

Das wesentliche Merkmal der Wirbel besteht darin, daß sie von einem Loch durchbohrt sind (Fig. 79), welches, indem es sich mit den Löchern der übrigen Wirbel vereinigt, einen Kanal bildet, der von der Hirnschale bis zum äußersten Ende des Leibes geht und, wie wir wissen, das Rückenmark einschließt; bei dem Menschen jedoch zeigen die Wirbel des Steißbeines keinen ähnlichen Kanal, denn sie sind zu einem Rudiment zurückgeführt und bestehen nur in kleinen festen Kernen. An den Seiten steht dieser Wirbelsäulekanal mit der Außenwelt durch eine Reihe Löcher in Verbindung, welche Zwischenwirbellöcher (foramina intervertebralia) genannt werden, weil sie aus der Vereinigung zweier Einschnitte hervorgehen, die an dem obern und untern Rande eines jeden Wirbels so angebracht sind, daß sie sich gegenseitig entsprechen oder aufeinander passen, sobald diese Knochen vereinigt sind. Diese Löcher bilden, wie wir bereits wissen, einen Durchgang für die verschiedenen Nerven, die aus dem Rückenmark kommen und sich in den verschiedenen Körpertheilen verbreiten.

Fig. 79.

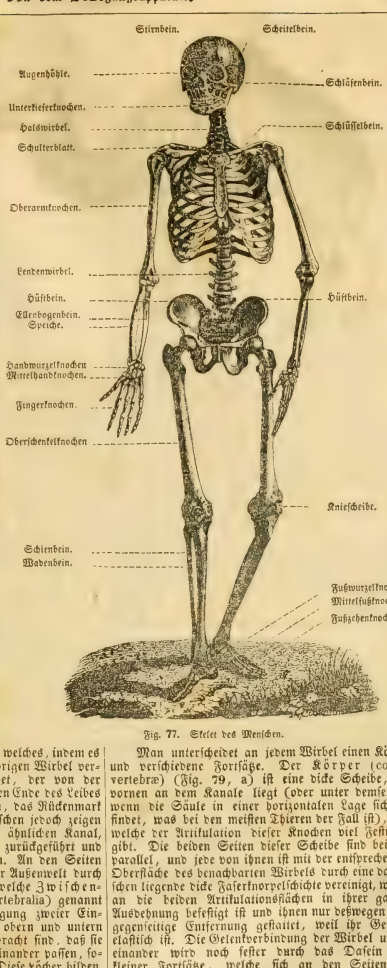


Fig. 77. Skelet des Menschen.

Man unterscheidet an jedem Wirbel einen Körper und verschiedene Fortsätze. Der Körper (corpus vertebræ) (Fig. 79, a) ist eine dicke Scheibe, die vornen an dem Kanale liegt (oder unter demselben, wenn die Säule in einer horizontalen Lage sich befindet, was bei den meisten Thieren der Fall ist), und welche der Artikulation dieser Knochen viel Festigkeit gibt. Die beiden Seiten dieser Scheibe sind beinahe parallel, und jede von ihnen ist mit der entsprechenden Oberfläche des benachbarten Wirbels durch eine dazwischen liegende dicke Faserknorpelschichte vereinigt, welche an die beiden Artikulationsflächen in ihrer ganzen Ausdehnung befestigt ist und ihnen nur beßwegen eine gegenseitige Entfernung gestattet, weil ihr Gewebe elastisch ist. Die Gelenkverbindung der Wirbel untereinander wird noch fester durch das Dasein vier kleiner Fortsätze, welche sich an den Seiten des Rückenwirbelkanals befinden und in die der benachbarten Wirbel eingreifen. Hinter diesem Kanale befindet sich der Dorn- oder Stachelfortsatz (pro-

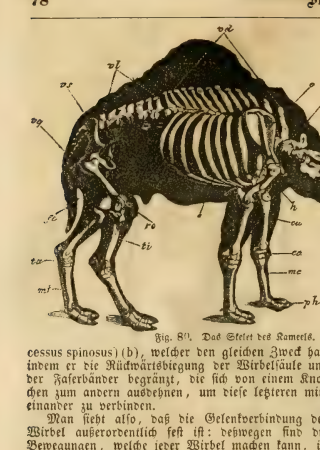


Fig. 80. Das Skelet des Kamels. *

cessus spinosus) (b), welcher den gleichen Zweck hat, indem er die Rückwärtsbiegung der Wirbelsäule und der Faserbänder begränzt, die sich von einem Knochen zum andern ausbehnen, um diese letzteren miteinander zu verbinden.

Man sieht also, daß die Gelenkverbindung der Wirbel außerordentlich fest ist: deswegen sind die Bewegungen, welche jeder Wirbel machen kann, in der Regel sehr begränzt; aber diese kleinen Bewegungen zusammengenommen, geben der ganzen Säule ziemlich viel Biegsamkeit, ohne ihrer Kraft einen Eintrag zu thun. Uebrigens ändert sich diese Beweglichkeit in den verschiedenen Theilen des Rumpfes bedeutend ab: auf dem Rücken ist sie beinahe Null; ziemlich merklich ist sie dagegen in der Lendengegend, und noch mehr ausgesprochen im Halstheile der Wirbelsäule; ferner ist die Faserknorpelschichte, welche zu dieser Beweglichkeit beihelfen muß, in diesen Theilen dicker als auf dem Rücken, auch sind die Dornfortsätze weiter von einander entfernt, wodurch eine bedeutendere Krümmung möglich wird, ehe sie sich begegnen.

Das Gewicht des Körpers strebt die Wirbelsäule beständig vorwärts zu krümmen; damit aber diese Biegung einen Widerstand habe und das Rückgrat rückwärs gebeugt werde, so sind starke Muskeln vorhanden, welche der Länge nach auf der hintern Seite dieser Säule angeheftet sind; und um ihre Wirkung zu vergrößern, hat die Natur ihnen einen solchen Anheftpunkt gegeben, wodurch sie in senkrechter Richtung an einem ziemlich langen Hebelarme gezogen werden können. Die meisten von ihnen heften sich auch in der That an der Spitze der Dornfortsätze an, welche auf der ganzen Länge des Rückgrates gleichsam einen Kamm bilden; andere haben ihren Anheftpunkt an zwei andern Fortsätzen (c. Fig. 79), welche gleichfalls sehr hervorspringend sind und wegen ihrer Richtung Querfortsätze (pr. traversi) heißen.

Es ist ferner zu bemerken, daß in denjenigen Theilen der Säule, wo diese Muskeln den größten Kraftaufwand haben, was z. B. in der Lendengegend der Fall ist, auch diese Fortsätze weit länger sind und folglich einen weit wirksameren Hebel bilden, als in solchen Theilen, wo eine große Kraft nicht nothwendig ist, wie z. B. am Halse. Später werden wir auch zu bemerken Gelegenheit finden, daß bei Thieren mit einem schweren Kopfe am Ende eines langen und horizontalen Halses, diese Fortsätze an derjenigen Stelle des Rückens außerordentlich lang werden, wo sie als Anheftpunkte für die Bänder und für die zum Stützen dieser Theile und zum Emporheben des Kopfes bestimmten Muskeln dienen (s. Fig. 80).

Die Bewegungen bei der Vorwärtsbiegung der Wirbelsäule machen fast keinen Kraftaufwand nöthig, daher sind auch die zu ihrer Hervorbringung angewandten und vornen am Wirbelkörper gelegenen Muskeln dünne und gering an der Zahl.

Der erste Halswirbel oder der Träger (Atlas) ist beweglicher, als alle andere Wirbel: er hat die Form eines einfachen Ringes und dreht sich um einen Zapfen, gebildet aus einem Fortsatz, der sich auf den Körper des zweiten Wirbels oder des Umdrehers (epistropheus, axis) erhebt. In diesem Gelenke finden fast alle Rotationsbewegungen des Kopfes Statt. Die Bänder, welche diese zwei Wirbel miteinander vereinigen, sind weit weniger stark, als die der andern Wirbel; und es findet sich auch in der That, daß bei der gewöhnlichen Stellung des Leibes das Gewicht des auf den Atlas drückenden Kopfes sie eher noch in Berührung zu erhalten, als sie zu trennen sucht; wenn dagegen der Kopf das ganze Gewicht des Körpers zu tragen hat, wie es bei Erhängten der Fall ist, so verhält sich die Sache ganz anders; diese beiden Wirbel trennen sich alsdann leicht, und ihre Verrenkung erzeugt einen beinahe augenblicklichen Tod, als Folge von der Compression des Rückenmarks, welche gerade an der Stelle stattfindet, wo die Hauptnerven des Respirationsapparates entspringen. Um diese Verrenkung des Halses hervorzubringen und daher die Leiden der zum Tode mit dem Strange verurtheilten Verbrecher abzukürzen, hatten ehemals die Henker die Gewohnheit, sich mit den Füßen gegen die Schulter der Gehängten in dem Augenblicke zu stemmen, wo sie denselben von ihrer Leiter herab den Strang um den Hals warfen; und aus demselben Grunde hat man zuweilen den Tod mitten unter unbesonnenen Spielen eintreten sehen, bei welchen man die Kinder mit beiden Händen so in die Höhe hebt, daß der ganze Körper an dem Kopfe hängt.

§. 272. Die Halswirbel artikuliren nur unter sich oder mit dem Kopfe und dem ersten Rückenwirbel; aber jeder der zwölf Rückenwirbel trägt ein paar sehr lange und plattgedrückte Bögen, welche sich um den Rumpf auf die Weise umbiegen, daß sie ein knöchernes Gehäuse bilden, das als Sitz für das Herz und die Lungen dient. Diese Bögen sind die Rippen (costae) (c, Fig. 77 u. 81), deren Zahl zwölf zu jeder Seite des Körpers ist; ihr hinteres Ende artikulirt mit dem entsprechenden Wirbelkörper und mit einem Querfortsatz; das andere Ende setzt sich mit einem Knorpelstücke fort, welches bei gewissen Thieren (z. B. den Vögeln) stets verknöchert ist, und alsdann Brustrippe heißt. Die Knorpel der sieben ersten Rippenpaare, die man die wahren Rippen (costae verae s. genuinae) nennt, verbinden sich mit dem Brustbeine (sternum) (Zig. 81),

* Das Skelet des Kamels auf schwarzem Grunde, den Schattenriß des Thieres vorstellend: — re die Halswirbel; — rd die Rückenwirbel; — rl die Lendenwirbel; — rs das Kreuz- oder Heiligenbein; — ry die Schwanzwirbel; — c die Rippen; — o das Schulterblatt; — h der Oberarmknochen; — cu die ulna; — ca die Handwurzel (carpus); — mc die Mittelhand (metacarpus); — ph die Fingerglieder; — fe das Oberschenkelbein; — ro die Kniescheibe; — ti die tibia; — ta die Fußwurzel (tarsus); — mt der Mittelfuß (metatarsus).

einem unpaarigen Knochen, welcher von vornen die Mittellinie des Körpers einnimmt und zur Vervollständigung der Wände der Brusthöhle dient: die fünf letzteren Rippenpaaren (c') reichen nicht bis zum

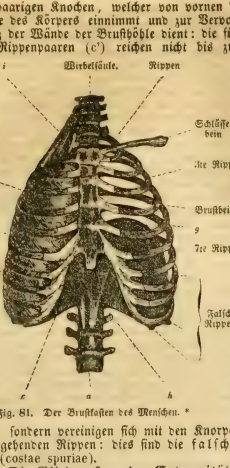


Fig. 81. Der Brustkasten des Menschen. *

Brustbein, sondern vereinigen sich mit den Knorpeln der vorhergehenden Rippen: dies sind die falschen Rippen (costae spuriae).

§. 273. **Die Gliedmaßen oder Extremitäten** (extremitates). In dem eben erwähnten Brustkasten sind die oberen Gliedmaßen eingefügt. An jedem derselben unterscheidet man einen gewissen Theil, der die Grundlage oder den Grundtheil bildet und einem Sockel (Unterlage) verglichen werden kann, in welchem der wesentlich bewegliche Theil des Gliedes, der einen Hebel vorstellt und für den die ebengenannte Grundlage als Stützpunkt dient, eingefügt ist.

Dieser Grundtheil (Basis) besteht aus zwei Knochen, dem Schulterblatt und dem Schlüsselbein.

Das Schulterblatt (scapula, omoplata) ist ein großer breiter Knochen, welcher den obern und äußern Theil des Rückens einnimmt: seine Form ist beinahe die eines Dreieck und zeigt oben und außen eine ziemlich breite, aber nicht sehr tiefe Gelenkgrube (fossa glenoidalis), die zur Aufnahme des einen Endes des Oberarmknochens (Schultergelenkfläche, cavitas glenoidea omoplatae) bestimmt ist. An seinem obern Rande bemerkt man einen Fortsatz, welcher Rabenschnabelfortsatz oder Schulterhaken (pr. coracoideus) heißt; an der äußern Seite des Schulterblatts findet sich eine sehr hervorspringende Horizontalleiste, welche über dem Schultergelenk zu Ende läuft, indem sie einen Vorsprung, die Grätenecke oder Schulterhöhe (acromion) bildet, mit deren Ende das Schlüsselbein (clavicula) artikulirt (Fig. 77 u. 81). Dieser letztere Knochen ist dünne und cylindrisch, liegt quer über am obern Theile der Brust und dehnt sich wie ein Gewölbpfeiler von dem Brustbeine bis zum Schulterblatt aus. Sein Nutzen besteht namentlich darin, die Schulterblätter von einander entfernt zu halten; er bricht sehr häufig entzwei, wenn er bei einem Falle auf die Seite heftig gegen das Brustbein gestoßen wird; er ist sehr entwickelt bei solchen Thieren, welche den Oberarm sehr stark gegen die Brust bewegen müssen (was bei den Vögeln der Fall ist, wenn sie im Fluge

* Siehe die Erklärung dieser Figur in §. 138.

sind), während er bei denjenigen Thieren fehlt, welche niemals solche Bewegungen machen und welche, wie die Pferde ꝛc., ihre Glieder nur der Längenrichtung nach bewegen.

Das Schulterblatt ist durch zahlreiche Muskeln an die Rippen befestigt. Einer von den Hauptmuskeln derselben ist der große Sägemuskel (m. serratus magnus), welcher von dem vordern Theile des Brustkastens bis zum hintern Rande des Schulterblatts, zwischen diesem Knochen und den Rippen geht. Wenig entwickelt ist er bei dem Menschen; hingegen außerordentlich stark bei solchen Thieren, die auf vier Füßen gehen, und bildet mit dem der entgegengesetzten Seite einen Gürtel, der das ganze Gewicht des Rumpfes trägt und den Schulterblättern ein Hinderniß entgegensetzt, wenn sie sich der Wirbelsäule nähern wollen. Bei dem Menschen hat der Kappenmuskel (m. cucullaris s. trapezius), der sich von den Halswirbeln bis zum Schulterblatte ausbehnt, gleichfalls sehr wichtige Funktionen; denn er dient zur Hebung der Schulter und zum Tragen des Gewichts vom ganzen Arme, weßhalb er auch sehr entwickelt ist.

§. 274. Derjenige Theil der obern Extremitäten, welcher einen Hebel bildet, wozu das Schulterblatt als Stützpunkt dient, besteht aus dem Oberarm, dem Vorder- oder Unterarme und der Hand.

Der Oberarm (brachium s. humerus) ist aus einem einzigen Knochen gebildet, welcher lang und cylinderförmig ist und Oberarmbein (os brachii s. humeri) genannt wird (Fig. 77). Sein oberes Ende (oder der Kopf) ist dick, abgerundet und artikulirt mit der Gelenkfläche des Schulterblatts, worin er sich nach allen Richtungen drehen kann. Die zur Bewegung des Oberarmbeins bestimmten Muskeln heften sich an das obere Drittheil dieses Knochens und sind mit ihrem entgegengesetzten Ende an das Schulterblatt oder an den Thorax befestigt. Die drei wichtigsten sind: der große Brustmuskel (m. pectoralis major), welcher den Oberarm einwärts und zugleich abwärts zieht; der große Rückenmuskel (m. magnus dorsi), welcher ihn rückwärts und abwärts zieht; und endlich der dreieckige Brustmuskel (m. triangularis sterni), welcher ihn hebt.

Das untere Ende des Oberarmknochens ist breit und hat die Form einer Rolle, auf dem sich der Vorderarm gleichfam wie auf einem Gewinde bewegt.

§. 275. Zwei lange und parallel neben einander liegende Knochen bilden den Vorder- oder Unterarm (antibrachium): der an der innern Seite ist das Ellenbogenbein (ulna, cubius), und der an der äußern die Speiche oder Spille (radius). Beide sind unter sich durch Bänder und durch eine breite Muskelsehne vereinigt, welche sich von dem einen Knochen zum andern in ihrer ganzen Länge ausbehnt; sie sind jedoch beweglich, so daß der Radius, welcher an seinem vordern Ende die Hand trägt, sich um das Ellenbogenbein drehen kann, welches ihm als Stütze dient. Aus dem verschiedenartigen Zwecke dieser zwei Knochen kann man voraussehen, welches die Hauptunterschiede in ihrer allgemeinen Form sein müssen. Damit das Ellenbogenbein mit dem Oberarmbein fest artikuliren könne, muß es an seinem obern Ende eine gewisse Dicke und eine ausgedehnte Gelenkoberfläche haben, während es an seinem andern Ende, wo es als Zapfen für die Speiche dienen soll, dünne und abgerundet sein muß. Dagegen muß der Radius aus dem gleichen Grunde am obern Ende dünne, und an dem untern, wo er die Hand zu tragen hat, sehr breit sein: dies findet nun auch wirklich Statt; auch bemerkt man, daß sich diese beiden Knochen nur an ihren Enden berühren, welcher Umstand die Rotationsbewegungen des Radius um das Ellenbogenbein erleichtert.

Das Ellenbogenbein, welches mit sich den Radius fortzieht, kann sich nur zurückbiegen und ausstrecken, und in dieser letzteren Bewegung kann es mit dem Oberarmbein nur eine gerade Linie bilden, denn es zeigt über seiner Gelenkfläche den Ellenbogenfortsatz (olecranon, processus anconeus), welcher sich alsdann auf den Oberarmknochen stützt und somit jeder weitern Ausstreckung eine feste Gränze setzt. Die Strecks- und Beugemuskeln des Vorderarms dehnen sich von der Schulter oder dem obern Theile des Oberarmbeins bis zum obern Theil des Ellenbogenbeins aus: es geht daraus hervor, daß sie auf eine solche Weise eingerichtet sind, die für die Schnelligkeit der Bewegungen des Vorderarms günstig, aber für die Entwicklung einer großen Kraft ungünstig sind; denn der durch den Raum zwischen dem Ellenbogengelenke und ihrem Anfatzpunkt vorgestellte Hebelarm der Kraft ist sehr kurz, während dagegen der Hebelarm des Widerstands, welcher der ganzen Armlänge von dem nämlichen Gelenke an gleich kommt, sehr beträchtlich ist.

Die Rotationsbewegungen der Speiche und der Hand über dem Ellenbogenbein werden durch Muskeln bewirkt, die am Vorderarme liegen und in schiefer Richtung vom Ende des Oberarmbeins oder des Ellenbogenbeins zu dem einen oder andern jener Theile hinlaufen.

§. 276. Die Hand (manus) theilt sich in drei Theile: 1) in die Handwurzel (carpus), 2) die Mittelhand (metacarpus) und 3) die Finger (digiti).

Die Handwurzel (carpus) oder Faust ist aus zwei Reihen kurzer Knöchelchen gebildet, die unter sich sehr innig und so verbunden sind, daß das Ganze noch einige Beweglichkeit hat, obgleich jeder dieser kleinen Knochen kaum aus seiner Lage rückt; diese Dispositiion gibt ihren Artikulationen eine bedeutende Festigkeit. Man zählt deren acht. Vier von diesen Knochen, nämlich das Kahnbein (os naviculare, s. scaphoideum), das Mondbein (os lunatum, s. semilunare), das dreieckige oder dreiseitige Bein (os triquetrum, triangulare) und das Erbsenbein (os pisiforme), setzen die erste Reihe zusammen; die vier andern, welche man großes vieleckiges oder vielwinkeliges Bein (os multangulum majus, trapezoides), kleines vieleckiges oder vielwinkeliges Bein (os multangulum minus, trapezium minus), das Kopfbein oder große Bein (os magnum, s. capitatum) und Hakenbein (os hamatum) nennt, bilden die zweite Reihe. Bemerkenswerth ist es, daß diese verschiedenen Knochen so angelegt sind, daß sie die Gefäße und Nerven, welche sich von dem Vorderarm zur Hand begeben, beschützen; zu diesem Zweck bilden sie mit gewissen Bändern einen Kanal, durch welchen diese Organe hindurchgehen und der, ohne sich flach zu drücken, den größten Druck aushalten kann.

Die Mittelhand (metacarpus) setzt sich aus einer Reihe langer Knöchelchen zusammen, die parallel neben einander liegen und der Zahl nach den Fingern entsprechen, mit welchen sie an ihrem Ende artikuliren. Vier davon sind an ihren beiden Enden miteinander verbunden und kaum beweglich; aber das fünfte, das den Daumen trägt, ist mit der übrigen Mittelhand an seinem vorderen Ende unverbunden und bewegt sich frei an der Handwurzel.

Endlich ist ein jeder Finger aus einer Reihe langer Knöchelchen gebildet, die in ihren Endpunkten miteinander verbunden sind, und Glieder (phalanges, articuli) heißen. Der Daumen zeigt nur zwei, während alle übrigen Finger drei haben. Das letzte Glied, das sogenannte Nagelglied, trägt den Nagel. Die Finger sind alle sehr beweglich und können sich unabhängig voneinander bewegen. Ihre Streck- und Beugemuskeln bilden den größten Theil der Fleischmasse des Vorderarms und endigen in außerordentlich langen und dünnen Sehnen, wovon die einen an die ersten Glieder, die andern an die Nagelglieder befestigt sind.

§. 277. Betrachtet man die Knochen der obern Gliedmaßen in ihrer Gesammtheit, so bemerkt man, daß die verschiedenen aufeinanderfolgenden Hebel, die sie bilden, nach und nach an Länge abnehmen. So ist der Oberarm länger als der Vorderarm, dieser länger als die Handwurzel, und jedes Fingerglied kürzer als das vorhergehende. Der Nutzen dieser Einrichtung ist leicht einzusehen. Die zahlreichen und nahe aneinander gerückten Artikulationen am Ende des Armes erlauben, daß dieser seine Form auf tausend Weisen abändern und sie der Form des Körpers anpasse, die er ergreifen soll, während die langen, durch den Ober- und Unterarm gebildeten Hebel uns gestatten, die Hand mit Geschwindigkeit in ziemlich große Entfernungen zu bringen. Es sind hauptsächlich die Bewegungen des Oberarmbeins an dem Schulterblatt, welche die allgemeine Richtung des Gliedes bestimmen; das Ellenbogengelenk hat namentlich den Zweck, dieselbe zu verlängern oder zu verkürzen.

§. 278. Der Bau der untern Gliedmaßen hat die größte Analogie mit dem der obern Gliedmaßen, und die Hauptunterschiede, welche man daran bemerkt, bestehen darin, daß ihnen eine größere Festigkeit auf Kosten ihrer Beweglichkeit gegeben ist, und daß sie keine Organe zum Ergreifen, sondern Organe für die Ortsbewegung sind. Man unterscheidet ebenfalls eine Basis daran, welche die Schulter repräsentirt und Hüfte genannt wird; ferner unterscheidet man daran einen aus drei Hauptheilen, dem Oberschenkel, dem Unterschenkel und dem Fuße, die dem Oberarm, dem Unterarm und der Hand entsprechen, gebildeten Gelenkebel.

§. 279. Die Hüfte (coxa s. ilium) oder die Basis der untern Extremitäten ist aus einem großen breiten Knochen, dem Hüftbeine (os ilium), gebildet. Dieser Knochen entsteht dadurch, daß drei Knochen, die im ersten Kindesalter von einander getrennt sind, und die man dem Körper des Schulterblatts, dem Schulterhaken und dem Schlüsselbeine vergleichen kann, zusammenwachsen. Die Hüftbeine binden weder Rippen, noch ein Brustbein, auf die sie sich stützen könnten; da sie aber dazu bestimmt sind, das ganze Körpergewicht zu tragen, so müssen sie sehr fest mit dem Rumpfe verbunden sein; deßhalb sieht man sie nach hinten mit dem Kreuzbein in Verbindung und nach vornen zur Bildung eines Bogens, dem Schambein (os pubis), mit einander verbunden. Sie sind vollkommen unbeweglich, und aus ihrer Vereinigung unter sich und mit dem Kreuzbein entsteht ein breiter Knochengürtel, welcher unten den Unterleib schließt und wegen seiner ausgehöhlten Form das Becken (pelvis) genannt wird (Fig. 77, §. 271). Unten ist dieser Ring durch Muskeln verschlossen. Auf der Außenseite eines jeden Hüftknochens bemerkt man eine beinahe halbkugelförmige Gelenkgrube, welche den Knopf des Oberschenkelbeins aufnimmt. Die meisten der zur Bewegung des Ober- und Unterschenkels bestimmten Muskeln heften sich an das Becken, und diejenigen Muskeln, die, wie wir an einem andern Orte gesehen haben, die Bauchhöhle schließen, haben ihren Anfatzpunkt ebenfalls hier, und dehnen sich von da bis zum Brustkasten aus.

§. 280. Der Oberschenkel (femur) besteht, wie der Oberarm, aus einem einzigen Knochen, den man Oberschenkelknochen (os femoris) nennt (s. Fig. 77). Sein oberes Ende ist einwärts gebogen und sein abgerundeter Kopf (caput femoris) durch eine Verengung, den Hals (collum), von dem Knochenkörper getrennt. Unten an diesem Halse, an der Stelle, wo er in einem stumpfen Winkel mit dem Knochenkörper vereinigt ist, bemerkt man mehrere große Höcker, welche durch die Haut hindurch gefühlt werden können und zur Befestigung der Hauptbewegungsmuskeln des Schenkels dienen; das untere Ende des Oberschenkelbeins ist stark angeschwellt und zeigt zwei seitlich eingedrückte und

von vornen nach hinten abgerundete Gelenkköpfe, welche auf der Gelenkfläche des Schienbeins (tibia) hin- und hergleiten und diesen erlauben, sich rückwärts zu biegen oder auswärts zu strecken, während der Oberschenkelknochen sich an dem Becken nach allen Richtungen bewegen kann.

§. 281. Ein größerer Unterschied zeigt sich zwischen dem Unterschenkel (crus) und dem Vorderarm. Außer den beiden Hauptknochen des Unterschenkels, d. h. außer dem Wadenbeine (fibula, perone) und dem Schienbeine (tibia), welche dem Radius und der Ulna des Unterarms entsprechen, findet man vornen am Knie noch einen dritten Knochen, nämlich die Kniescheibe (patella), die als ein Gegenstück zu dem Ellenbogenfortsatz (oleoranon) betrachtet werden kann und namentlich dazu dient, die Sehne der Streckmuskeln des Unterschenkels vom Knie entfernt zu halten und diesen Muskeln eine schiefere Insertion an dem Schienbeine zu geben, wodurch die Wirksamkeit dieser Sehne nothwendig vermehrt wird (§. 266). Da der Fuß keine Rotationsbewegungen, wie die Hand, auszuführen hat, und da er wegen des Tragens des ganzen Körpergewichts in seiner Gelenkverbindung eine große Festigkeit besitzen muß, so sind die beiden Unterschenkelknochen nicht umeinander beweglich, und derjenige, welcher mit dem Oberschenkelbein artikulirt (nämlich das Schienbein), ist auch zugleich der Knochen, der an seinem entgegengesetzten Ende den Fuß trägt. Das Wadenbein, welches dünne ist und an der äußern Seite der tibia liegt, dient, so zu sagen, zur Erhaltung des Fußes in seiner natürlichen Stellung und zur Verhinderung einer Drehung nach innen. Sein oberes Ende ist an dem Kopf der tibia angebracht, sein unteres Ende bildet den äußern Knöchel.

§. 282. Wie die Hand, so ist auch der Fuß aus 3 Haupttheilen zusammengesetzt, nämlich aus der Fußwurzel (tarsus), dem Mittelfuß (metatarsus) und den Zehen (digiti pedis).

In der Fußwurzel sind 7 Knochen vorhanden, ihre Gelenkverbindung mit dem Unterschenkel findet nur durch einen von ihnen statt, und dieser Knochen ist das Sprung- oder Knöchelbein (talus, astragalus), das sich über die andern erhebt und einen rollenförmigen Kopf darbietet, welcher die Bestimmung hat, sich in die, durch die Gelenkoberfläche der tibia und durch die beiden Knöchel (malleoli*) gebildete Grube einzufügen. Das Knöchelbein ruht auf dem Fersenbeine (calcaneum) auf, welches sich noch weiter nach hinten fortsetzt und die Ferse bildet; ein dritter Knochen, nämlich das Kahnbein (scaphoideum), schließt endlich die erste Reihe der Fußwurzelknochen; die zweite Reihe ist, wie die Hand, aus vier kleinen Knochen zusammengesetzt, wovon drei den Namen Keilbeine (ossa cuneiforma) erhalten haben, während der vierte und innen gelegene Knochen Würfelbein (os cuboideum) genannt wird.

Die fünf Knochen des Mittelfußes gleichen genau denen der Mittelhand (metacarpus), nur sind sie stärker und weniger beweglich; besonders gilt dies vom innern, welcher wie die andern gebaut ist. Auch Zehen sind vorhanden, und man zählt daran eben so viele Glieder, als an den Fingern der Hand: diese Knochen sind aber kürzer und weit weniger beweglich. Der große Zehe (hallux) steht nicht frei und kann den übrigen Zehen nicht, wie der Daumen den Fingern, entgegengesetzt werden.

An der innern Seite des Fußes bilden die Fußwurzel- und der Mittelfußknochen eine Art Gewölbe, das dazu bestimmt ist, die Nerven und Gefäße, die von dem Unterschenkel zu den Zehen herabkommen, aufzunehmen und zu beschützen. Ist diese Einrichtung nicht vorhanden, und ist die Fußsohle platt, wie dies zuweilen vorkommt, so werden die Nerven durch das Gewicht des Körpers gepreßt, und der Gang kann nicht lange ohne Schmerz fortgesetzt werden. Uebrigens ruht der Fuß in seiner ganzen Ausdehnung auf dem Boden auf und bildet eine breite und feste Standfläche oder Unterstützungsfläche; er kann sich an dem Unterschenkel nur in seiner Längenrichtung bewegen, und die zu diesem Zwecke dienlichen Muskeln umgeben das Schienbein und Wadenbein. Die Streckmuskeln des Fußes, welche den vorstehenden Theil der Wade (sura) bilden, haften an dem Fersenbeine vermittelst einer starken dicken Sehne, der sogenannten Achillessehne (tendo Achillis), und sind auf eine für ihre Wirksamkeit günstige Art angelegt; denn ihre Anheftung geschieht beinahe unter einem rechten Winkel und findet sich von dem Unterstützungspunkt weiter entfernt als der Widerstand, den sie zu besiegen haben, wenn das auf das Knöchelbein drückende Gewicht des Körpers durch den Fuß gehoben wird.

* Der innere Knöchel ist ein Fortsatz von dem Schienbein; der äußere dagegen wird durch das Wadenbein gebildet

Von den Stellungen und der Ortsbewegung.

§. 283. Sämmtliche Säugethiere, Vögel, Reptilien und Fische haben ein inneres Skelet, das mehr oder weniger dem des Menschen ähnlich ist, das beinahe aus den nämlichen Knochen besteht (Fig. 80) und das durch Muskeln bewegt wird, die zwischen diesem festen Gerüste und der allgemeinen Hülle (integumentum commune) eingelagert sind. Durch dieses Skelet erhält ihr Körper eine allgemeine Form, so wie seinen Bau und der Thätigkeit der an seinen verschiedenen Theilen befestigten Muskel ebensowohl die Stellungen als die Bewegungen dieser Thiere abhängen.

§. 284. **Das Stehen.** Eine kleine Anzahl dieser Thiere (z. B. die Schlangen) ruhen gewöhnlich ihrer ganzen Körperlänge nach auf dem Boden auf und bewegen sich nur vermittelst der wellenförmigen Bewegungen ihres Rumpfes von der Stelle; die andern dagegen werden in der Regel von ihren Gliedmaßen getragen; man gibt nun demjenigen Zustande, in welchem das Thier sich aufrecht auf seinen Beinen über dem Boden erhält, die Benennung Stehen.

Damit nun die Gliedmaßen fest bleiben und somit den Leib halten können, so müssen ihre Streckmuskeln zusammengezogen bleiben, denn in Ermanglung dessen würden diese Organe unter dem Gewichte, das sie zu tragen haben, zusammensinken. Wir haben bereits gesagt, daß die Muskeln um so schneller ermüden, je länger ihre Contraktionen andauern: bei den meisten Thieren ist auch wirklich das Stehen in die Länge ermüdender als das Gehen, denn während des letztern lösen sich die Beuge- und Streckmuskeln in ihren Funktionen gegenseitig ab.

§. 285. Dies ist jedoch nicht die einzige und unumgänglich nothwendige Bedingung zum Stehen: damit der Körper auf seinen Gliedern stehen bleibe, muß er auch auf denselben im Gleichgewicht sein.

Das Gleichgewicht stellt sich bloß dann her, wenn ein schwerer Körper auf einem Widerstand leistenden Körper mit seiner breitesten Fläche ruht, oder auch, wenn er so gestellt ist, daß, wenn sich ein Theil seiner Masse zur Erde neigte, ein entgegengesetzter, gleich schwerer, sich um eben so viel erheben würde; das Gewicht des einen Theils bildet also gegen den andern ein Gegengewicht; man nennt Schwerpunkt denjenigen Punkt, um welchen alle Theile der Masse sich gegenseitig das Gleichgewicht halten; unterstützt man nun diesen Schwerpunkt, so bleibt die ganze Masse unverrückt an ihrer Stelle. Um nun diesen Punkt zu unterstützen, ist weiter nichts nöthig, als daß die Standfläche (d. h. der von den Punkten eingenommene Raum, in welchen sich die Masse auf einen Widerstand stützt) in vertikaler Richtung unter diesem Schwerpunkt liege.

Damit also der Körper eines Thieres auf seinen Füßen im Gleichgewicht bleibe, muß die durch den Schwerpunkt gehende Vertikale (Schwerlinie) auf den Raum fallen, den die Füße zwischen sich lassen oder den sie bedecken; je breiter diese Unterstützungsfläche im Vergleich zu der Höhe, auf der sich der Schwerpunkt befindet, sein wird, desto stabiler wird auch sein Gleichgewicht sein; denn desto mehr wird er auch verrückt werden können, ohne daß die durch den Schwerpunkt gehende Linie über die Gränze dieser Basis hinaus falle. So ist es für jeden schweren Körper: z. B. der durch die Figur 82 vorgestellte Tisch

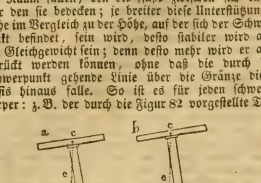


Fig. 82.

(a) wird nothwendig fallen müssen, weil die von seinem Schwerpunkt (c) aus gefällte senkrechte Linie (e) über die Gränze seiner Standfläche, d. h. über den von seinem Fuße bedeckten Raum hinausfällt, während der Tisch (b), obgleich er geneigt ist, doch nicht umstürzen wird, weil seine Standfläche breit genug ist, um die Senkrechte nicht über die Gränze hinausfallen zu lassen. Ferner ist zu bemerken, daß, je schwieriger der Körper des Thieres im Gleichgewicht zu erhalten ist, desto intensiver auch die dazu nöthige Muskelcontraktion sein muß, und daher desto ermüdender die Stellung des Thieres sein wird.

Aus diesem läßt sich ersehen, daß, wenn ein Thier auf seinen vier Füßen zugleich steht, die Stellung im Allgemeinen fester und weniger ermüdend sein wird, als wenn es nur auf zweien aufruht, und daß es in dem letzteren Fall noch in einem stabilern Gleichgewicht sein wird, als wenn es auf einem einzigen Fuß steht; denn die Standfläche wird auf diese Weise immer und immer begränzter werden. Wenn das Thier auf vier Füßen steht, so ist der Raum zwischen denselben sehr beträchtlich und kann durch die mehr oder weniger große Ausdehnung der Oberfläche dieser Organe nur wenig modifizirt werden. Sie sehr breit zu machen, würde nur ihr Gewicht vermehren, ohne zur Festigkeit der Standfläche ein Merkliches beizutragen: es findet sich auch bei den meisten vierfüßigen Thieren, daß die Gliedmaßen den Boden nur mit einem sehr wenig breiten Ende berühren, und daß die Zahl der Zehen stets abnimmt, ohne daß diesen Organen, als Werkzeuge für die Ortsbewegung, dadurch geschadet wird: der Fuß des Hirsches und des Pferdes kann uns hiezu als Beweis dienen (Fig. 83 u. 84); steht aber das Thier nur auf zwei Füßen, die so weit auseinander stehen mögen, als sie wollen, so kann die Standfläche nur dann eine Festigkeit in der Richtung von vornen nach hinten haben, wenn diese Organe den Boden in einer beträchtlichen Ausdehnung berühren, was z. B. für den Fuß des Menschen gilt (Fig. 77); und bald sich ein Thier ohne Schwierigkeit auf einem einzigen Fuß aufrecht, wie es z. B. die Vögel machen, so muß die Natur seine Füße (Plattfüße, pedes) nicht nur länger, sondern auch breiter gemacht haben.

Fig. 83. *

Fig. 84.

* Fig. 83, der Hinterfuß des Pferdes, und Fig. 84, der Fuß des Hirsches: t die tibia; — ta die erste Reihe der Fußwurzelknochen; — ta' die zweite Reihe der Fußwurzelknochen; — c metatarsus; — e das Rudiment einer seitwärts gelegenen Zehe; — p erstes Zehenglied; — pi zweites Zehenglied; — pi' letztes Zehenglied, das von dem Hufen bedeckt ist.

Damit sich ein Thier auf einem einzigen Fuße im Gleichgewicht halten könne, so muß der Fuß, auf dem es steht, senkrecht unter dem Schwerpunkt seines Körpers liegen, und seine Muskeln müssen so angelegt sein, daß sie alsdann dieses Glied unbiegsam und unbeweglich machen können. So ist es beim Menschen; denn der Schwerpunkt seines Körpers befindet sich ungefähr in der Mitte seines Beckens, und wenn er eine senkrechte Stellung annimmt, so hat er sich nur ein wenig auf diejenige Seite zu neigen, welche nicht aufruht, damit die Schwerlinie auf die Sohle des andern Fußes falle; dies ist indessen für die meisten vierfüßigen Thiere eine unausführbare Sache. Die meisten dieser Thiere können sich wegen der Stellung ihrer Hinterfüße in Beziehung auf den Rumpf nicht einmal auf diesen Gliedern aufrecht erhalten; und gelingt ihnen dies auch für einen Augenblick, so ist es ihnen doch unmöglich, sich im Gleichgewicht zu halten, weil ihre Standfläche sehr schmal, der Schwerpunkt ihres Körpers sehr hoch (gegen die Brust hin) gelegen ist, und die zu dieser Stellung dienlichen Muskeln sich nothwendig mit einer Gewalt zusammenziehen müssen, die eine schnell eintretende Ruhe nöthig macht. Was hingegen den Menschen und einige wenige Säugethiere betrifft, so ist ihnen die vertikale Stellung auf den Bauchgliedmaßen mehr oder weniger leicht, weil sich diese ohne Schwierigkeit in der Richtung der Körperaxe stellen können, ferner weil der Schwerpunkt des Körpers sehr tief liegt, und endlich weil die durch die Füße gebildete Standfläche ziemlich breit ist. Diese Stellung wird besonders bei dem Menschen durch das breite Becken, die Form der Füße und einige andere Eigenthümlichkeiten in der Organisation zu einer festen gemacht.

§. 286. Bei der senkrechten Stellung ziehen sich die Muskeln am hintern Theile des Halses zusammen, um den Kopf auf der Wirbelsäule im Gleichgewicht zu erhalten; die Streckmuskeln dieser Säule treten gleichfalls in Wirksamkeit, um diese zu verbinden, daß sie dem Gewicht der Brustextremitäten und der Eingeweide des Rumpfes, welche sie vorwärts zu biegen streben, weiche. Das ganze Gewicht des Körpers pflanzt sich auf diese Weise durch die Wirbelsäule zum Becken, und von diesem zum Oberschenkel fort. Sich selbst überlassen, würden sich diese Knochen dem Becken zu biegen, und der Rumpf müßte vorwärts fallen; aber die Contraktion ihrer Streckmuskeln hält sie gestreckt. Zugleich verbindern die Streckmuskeln des Unterschenkels die Kniebeugung, und die Streckmuskeln des Fußes erhalten den Unterschenkel in vertikaler Stellung, so daß sich das Gewicht des Körpers von dem Oberschenkel zum Unterschenkel, von dem Unterschenkel zum Fuße (Plattfuße) und von diesem zum Boden überpflanzt.

§. 287. Das Sitzen ist weniger ermüdend, als das Stehen, weil das sich in diesem Falle unmittelbar von dem Becken zur Standfläche fortpflanzende Gewicht des Körpers nicht mehr nöthig macht, daß sich die Streckmuskeln der untern Gliedmaßen zusammenziehen, um den Körper im Gleichgewicht zu erhalten. Liegt der Mensch auf dem Rücken oder dem Bauche, so pflanzt sich das Gewicht eines jeden beweglichen Theiles seines Körpers unmittelbar auf den Boden über, daher bedarf es keiner Muskelzusammenziehung mehr, um sich in dieser Lage zu erhalten.

§. 288. **Das Gehen.** Die fortschreitenden Bewegungen, wodurch sich der Mensch und die Thiere von einem Orte zum andern begeben, verlangen, daß dem Schwerpunkte ihres Körpers eine bestimmte Schnelligkeit in einer gewissen Richtung eingepflanzt werde. Dieser Impuls wird ihm durch eine gewisse Anzahl mehr oder weniger gebogener Gelenke gegeben, deren Stellung oder Lage so ist, daß auf derjenigen Seite, wo sich der Schwerpunkt befindet, ihr Ausstrecken stattfinden kann, während sie auf der entgegengesetzten Seite gehemmt oder selbst unmöglich wird, wodurch jede erzeugte Bewegung oder doch der größte Theil derselben in der ersten dieser Richtungen stattfindet. Es geht alsdann das Nämliche vor sich, wie bei einer Stahlfeder mit zwei Aesten, wovon das eine Ende auf einem Widerstande aufruht, und wo die beiden Aeste, nachdem sie durch eine äußere Kraft einander genähert worden, in ihre ursprüngliche Freiheit gesetzt werden: wegen ihrer Elasticität werden sie sich so weit von einander zu entfernen suchen, bis sie in die Stellung gekommen sind, welche sie vor ihrem Zusammendrücken inne hatten. In dem thierischen Körper stellen die Beugemuskeln desjenigen Theils, der zu jeder Art von Bewegungen angewandt wird, die Kraft vor, welche auf die Feder drückt; die Streckmuskeln repräsentiren die Elasticität, welche dieselbe auszustrecken strebt; der Widerstand des Bodens oder des Fluidums, in welchem die Thiere sich bewegen, stellt das Hinderniß vor, welches sich der Verrückung eines seiner Extremitäten entgegensetzt.

Wenn wir z. B. gehen, so wird der eine Fuß vorwärts getragen, während sich der andere an seinem Unterschenkel ausstreckt; und da sich dieses letztere Glied auf den Boden stützt, der einen Widerstand leistet, so rückt seine Verlängerung das Becken auf seiner Seite und wirft den ganzen Leib vorwärts; zu gleicher Zeit dreht sich das Becken ein wenig auf dem Oberschenkelbein der entgegengesetzten Seite, auf den es sich stützt; der Fuß, welcher zuerst zurückgeblieben war, biegt sich zurück, tritt über den andern hinaus, streckt sich alsdann, und dient jetzt zur Unterstützung des ganzen Körpers, während das andere Glied, indem es sich ausdehnt, dem Schwerpunkt einen neuen Impuls gibt. Mit Hülfe dieser abwechslungsweisen Bewegungen von Ausstreckung und Zurückbeugung trägt jeder Fuß abwechslungsweise das Gewicht des Körpers auf die gleiche Weise, wie beim Stehen auf einem einzigen Fuße, und bei jedem Schritte wird der Schwerpunkt vorwärts gestoßen; aber man sieht auch, daß er zugleich abwechslungsweise ein wenig nach rechts und links getragen werden muß, um sich immer senkrecht über jeder seiner Standflächen zu befinden; diese Ortsverlegung wird um so beträchtlicher, je breiter das Becken ist, denn die Glieder, die dazu bestimmt sind, den Rumpf abwechslungsweise zu tragen, sind alsdann weiter von einander entfernt.

§. 289. Beim Menschen, so wie bei allen höhern Thieren, sind es die Gliedmaßen, welche zur Ortsbewegung dienen; indessen variirt die Natur dieser Bewegungen bei diesen Wesen bedeutend, deßwegen muß die Bildung dieser Werkzeuge entsprechende Verschiedenheiten darbieten, denn wie bereits erwähnt, so sind die Funktionen eines Apparates in steter Beziehung zu seinem Baue.

Die Art und Weise, womit die Natur die gleichen Organe zu verschiedenen Gebräuchen geeignet macht, die mit der Lebensweise der Thiere in Beziehung stehen, ist ein interessanter Gegenstand für das Studium; denn man sieht, wie sie zu den verschiedenartigsten Resultaten gelangt, ohne daß sie sich nur einen Augenblick von dem allgemeinen Plane entfernt, den sie zur Bildung aller Arten einer und derselben Familie angenommen hat, und zu diesem Zwecke gelangt sie schon durch leichte Modifikationen in der Form oder in den Verhältnissen einiger Organe, deren Gesammtheit den Körper dieser Wesen bildet. Beispiele hiezu liefern uns die Organe für die Ortsbewegung der Säugethiere. In dieser Klasse gibt es in der That Wesen, die dazu bestimmt sind, sich bloß im Wasser zu bewegen oder zu schwimmen und abwechslungsweise wieder zu gehen; und wiederum gibt es solche, die bloß für den Gang organisirt sind, andere, die Flügel haben, um damit nach Art der Vögel in der Luft herum zu flattern und noch andere, die ihre Vorderglieder zum Ergreifen oder Belasten der Gegenstände gebrauchen; und gleichwohl sind diese Organe bei allen diesen Thieren auf die gleiche Weise zusammengesetzt. In den Flossen einer Robbe (Fig. 86.), dem Flügel einer Fledermaus (Fig. 89), und in dem Fuße eines Eichhörnchens oder eines Maulwurfs findet man die nämlichen Knochen, wie in dem Arme des Menschen (Fig. 77).

§. 290. Wenn die Gliedmaßen eines vierfüßigen Thieres bloß zur Ortsveränderung dienen, so stellen sie eine Art Säulen vor, deren Ende nur wenig erweitert ist. Das Vorhandensein langer und biegsamer Zehen würde ihrer Festigkeit schaden, ihr Gewicht vermehren und dem Thiere von keinem Nutzen sein; auch sind die Gliedmaßen bei solchen Säugethieren, die für den Lauf die beste Organisation besitzen, z. B. bei dem Pferde, Hirsche und Kameele (Fig. 80), dünne und an ihrem Ende entweder wenig oder gar nicht gespalten; auch ist hier die Zahl der Zehen auf ein Minimum zurückgeführt; manchmal ist nur ein einziger Zehen vorhanden (Fig. 83); ein anderes Mal zwei (Fig. 84), entweder für sich allein, oder mit Spuren eines dritten oder gar eines vierten Rudiments, aber immer sind diese Theile sehr kurz und wenig beweglich.

Nach dem, was wir weiter oben in Bezug auf den Einfluß der Hebelarme auf die Schnelligkeit der Bewegung sagten (§. 267), kann man voraussehen, daß die Gliedmaßen solcher Thiere, die am schnellsten laufen, nothwendig sehr lang sein müssen; denn wenn die Schnelligkeit, mit welcher sich die Streckmuskeln der Füße zusammenziehen, die nämliche bleibt, so wird die Fortbewegung des freien Endes dieser Organe eine um so größere Schnelligkeit erlangen, je entfernter dieses Ende von dem Anhepunkt der bewegenden Muskeln und von der Artikulation des Hebels mit dem Körper sein wird. Um also ein Thier entweder langsam oder sehr leicht und behend zu machen, hat die Natur weiter nichts nöthig, als dasselbe entweder mit sehr kurzen oder mit sehr langen Füßen zu versehen und seinen Muskeln eine der Anstrengung entsprechende Kraft zu verleihen.

§. 291. **Der Sprung.** Beim Gehen wird das Gewicht des Körpers durch einen Theil des Ortsbewegungsapparates getragen, während sein Schwerpunkt durch den andern Theil dieses Apparates vorwärts gestoßen wird, so daß das Thier niemals aufhört, den Boden zu berühren. Anders ist es beim Sprunge: der Körper verläßt bei dieser Art von Bewegung einen Augenblick lang den Boden, schnellt sich in die Luft, und fällt in einer mehr oder weniger großen Entfernung wieder herab. Diese Bewegung ist das Ergebniß einer plötzlichen Ausstreckung der verschiedenen Gelenke an den Gliedmaßen, welche zuvor stark zurückgebeugt worden waren; und soll der Körper auf diese Weise stark vorwärts geschnellt werden können, so muß die durch die Gliedmaßen vorgestellte Feder eine beträchtliche Länge haben, damit sie bei ihrem Erschlaffen dem fortzuschnellenden Körper um so leichter eine große Schnelligkeit einpflanzen könne. Bei den meisten vierfüßigen Thieren dienen nun hauptsächlich die Hinterfüße zum Vorwärtsstoßen des Körpers, während die Vorderfüße dessen Gewicht unterstützen und seine Stabilität sichern. Es folgt also

daraus, daß bei dem Sprunge hauptsächlich die Hinterglieder wirksam sind und daß diese Glieder bei solchen Thieren, die für ein leichtes und behendes Springen den geeignetsten Bau haben, zugleich stark, lang und biegsam sein müssen. Die Vorderglieder bedürfen einer solchen Entwicklung nicht, und würden sie auch die gleiche Länge erhalten, wie die hintern, so würden sie das Thier nur hindern und sein Gewicht zwecklos vermehren. Es besteht auch wirklich bei solchen Thieren, die durch einen Sprung einen beträchtlichen Raum zu überspringen vermögen, stets eine große Ungleichheit zwischen den Vorder- und Hintergliedern: die ersteren sind klein und leicht, während die letzteren eine beträchtliche Länge darbieten und so beschaffen sind, daß sie sich bedeutend zu biegen und mit Gewalt auszustrecken vermögen. Schon bei den Katzen und den Kaninchen läßt sich diese Organisationsweise bemerken; aber zu einem höheren Grade steigt diese Eigenthümlichkeit bei dem Jerboa und dem Känguru (Fig. 85); auch die Reptilien liefern durch den Frosch ein Beispiel hiezu.

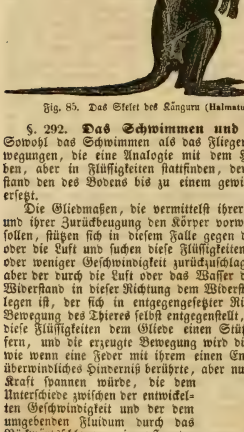


Fig. 85. Das Skelet des Känguru (Halmaturus).

§. 292. **Das Schwimmen und Fliegen.** Sowohl das Schwimmen als das Fliegen sind Bewegungen, die eine Analogie mit dem Hüpfen haben, aber in Flüssigkeiten stattfinden, deren Widerstand den des Bodens bis zu einem gewissen Grade ersetzt.

Die Gliedmaßen, die vermittelst ihrer Streckung und ihrer Zurückbeugung den Körper vorwärts stoßen sollen, stützen sich in diesem Falle gegen das Wasser oder die Luft und suchen diese Flüssigkeiten mit mehr oder weniger Geschwindigkeit zurückzuschlagen; wenn aber der durch die Luft oder das Wasser dargebotene Widerstand in dieser Richtung dem Widerstande überlegen ist, der sich in entgegengesetzter Richtung der Bewegung des Thieres selbst entgegenstellt, so werden diese Flüssigkeiten dem Gliede einen Stützpunkt liefern, und die erzeugte Bewegung wird dieselbe sein, wie wenn eine Feder mit ihrem einen Ende ein unüberwindliches Hinderniß berührte, aber nur mit einer Kraft spannen würde, die dem Unterschiede zwischen der entwickelten Geschwindigkeit und der dem umgebenden Fluidum durch das Rückwärtsschlagen eingepflanzten Geschwindigkeit gleichkommt. Je weniger dicht nun das Fluidum ist, worin sich das Thier bewegt, desto geringer wird auch der Widerstand des Stützpunktes sein, den es abgibt und desto beträchtlicher die Kraft, die erforderlich ist, um sich mit Schnelligkeit von diesem Stützpunkt zu entfernen und den Körper vorwärts zu stoßen; auch erfordert der Flug in der That weit mehr bewegende Kraft, als das Schwimmen, und diese beiden Bewegungen können nicht mit der nämlichen Kraft ausgeführt werden, welche für den Sprung auf einer festen Oberfläche ausreicht. Indessen ist dieser große Aufwand an bewegender Kraft nicht die einzige, für die Ortsbewegung in der Luft und dem Wasser nothwendige Bedingung; da das in eine Flüssigkeit getauchte Thier von allen Seiten einen gleichen Widerstand findet, so würde die durch das Zurückschlagen dieses Fluidums erlangte Geschwindigkeit bald aufgehoben sein durch den Widerstand des Fluidums, den es vornen wegzuräumen hätte, wenn es nicht unmittelbar nach dem Schlag die Oberfläche der Bewegungsorgane bedeutend vermindern könnte. Dies findet auch wirklich Statt, denn einer der Charaktere eines jeden Flugorganes und selbst Schwimmorganes besteht darin, daß es seine Form verändern und in der Richtung, die der erzeugten Bewegung entgegengesetzt ist, abwechslungsweise eine sehr breite und sehr schmale Oberfläche darbieten kann.

§. 293. Sollen die Füße eines vierfüßigen Thieres gleichzeitig zum Gehen und Schwimmen dienen, so macht sie die Natur zu dem letzteren Gebrauche geeignet, indem sie die Zehen so baut, daß sie sich von einander entfernen können, und dieselben mit Hülfe einer Hautfalte verbindet, welche sich durch die gegenseitige Entfernung dieser Zehen ausspannt und alsdann eine breite Fläche zeigt, die auf das Wasser wie ein Ruder wirkt. Durch den Besitz einer ähnlichen Haut unterscheiden sich die Füße der Wasservögel von denen der gewöhnlichen Vögel; dürfen die Füße aber nicht mehr zum Gange dienen, sondern sind sie ausschließlich zum Schwimmen bestimmt, so sind die Modifikationen im Baue derselben noch bedeutender. Die dem Ober- und Unterarme entsprechenden Theile bleiben sehr kurz, was den Muskeln des Gliedes eine um so kräftigere Bewegung dieser Theile gestattet; der die Hand darstellende Theil erhält zugleich eine bedeutende Breite, und die unter einer gemeinsamen Haut fest verbundenen Finger bilden eine Art Schaufel. Zuweilen sind sowohl die Zahl als der Bau der Knochen, die zur Bildung dieses Ruders zusammentreten, die gleichen, wie sie die menschliche Hand zeigt, obgleich die äußere Form dieses Organes eine ganz andere ist. Die Robbe (Phoca) liefert uns dazu einen Beleg (Fig. 86); manchmal jedoch ist es der Fall, daß die Finger dieser Schwimmer von den übrigen durch das Vorhandensein einer beträchtlicheren Anzahl Fingerglieder differiren, was an dem Wallfische gesehen werden kann; ein anderes Mal scheinen selbst die Finger durch eine Menge kleiner Knochenbündel, die unter einer gemeinsamen Haut vereinigt sind, ersetzt zu sein; diese Organisation treffen wir in den Flossen der Fische an.

§. 294. Der Bau der Organe für die Ortsbewegung in der Luft zeigt eine große Aehnlichkeit mit dem der Flossen: es gibt Fische, welche sich abwechslungsweise der nämlichen Gliedmaßen zum Schwimmen

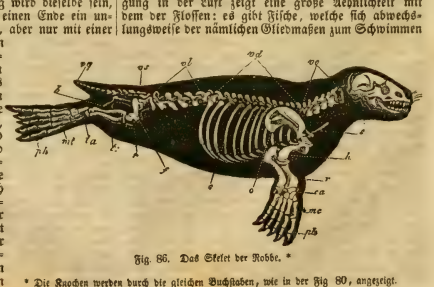


Fig. 86. Das Skelet der Robbe. *

* Die Knochen werden durch die gleichen Buchstaben, wie in der Fig 80, angezeigt.

Fig. 88. Der Pelzflatterer (Galeopithecus).

Fig. 89. Das Skelet der Fledermaus (Vespertilio). *

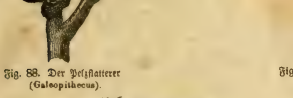


Fig 87. Ein fliegender Fisch (Dactylopterus volitans, Flugbahn)

und Fliegen bedienen können, und diese Eigenthümlichkeit besteht bloß in einer zu dieser Bewegung sehr geeigneten Entwicklung der Brustflossen (Fig. 87). Es gibt auch einige Thiere, die sich eine Zeitlang frei in der Luft schwebend mit Hülfe einer Art Flügel halten können, die aus einer Haut gebildet sind, welche zu jeder Seite des Körpers ausgespannt und durch die Füße unterstützt wird, ohne daß diese letztere deßwegen aufhörten, für den Gang speziell bestimmt zu sein; doch ist dieser Flugapparat, wovon uns einige Eichhörnchen und der Pelzflatterer (Galeopithecus) (Fig. 88) Beispiele an die Hand geben, stets sehr unvollkommen; darum bestehen auch immer Flügel bei den wesentlich zur Ortsbewegung bestimmten Thieren.

Bei den Wirbelthieren, d. h. bei allen Thieren mit einem innern Skelet, sind die Flügel aus den Brustgliedmaßen gebildet, deren Bau von der Art ist, daß sie eine Art leichter und sehr ausgedehnter Flosse darstellen. Diese Bedingungen können erfüllt werden, ohne daß sich die Struktur des Organes bedeutend von der des Fußes eines Gangthieres entfernt. Um z. B. bei den Fledermäusen (Fig. 89) hinlänglich kräftige Flugorgane zu bilden, hat sich die Natur bloß damit begnügt, die Brustgliedmaßen gänzlich in einen Hautumschlag einzuhüllen und den Fingern eine solche Länge zu geben, daß sie durch ihr Auseinandertreten die segelartige Haut wie einen Regenschirm ausspannen können.

Beim ersten Anblick scheinen die Flügel der Vögel von denen der Fledermäuse oder dem menschlichen Arme bedeutend abzuweichen, und in der That, das, was beinahe die ganze Oberfläche ausmacht, sind die steifen Federn, womit sie besetzt sind, allein das feste Knochengewebe dieser Organe ist im Grund fast das Gleiche, wie beim Fuße eines Vierfüßlers; das Glied wird wie bei diesen durch eine Grundlage unterstützt, die eine Aehnlichkeit mit der Schulter hat und aus einem Oberarmbein, einem Ellenbogenbein, einer Speiche und einer Hand zusammengesetzt ist (Fig. 90). Dieser letztere Theil, der bloß die Bestimmung hat, Anheftepunkte für die Federn abzugeben, ist nicht sehr entwickelt und zeigt nur die Spuren von einer kleinen Anzahl Finger.

Fig. 90. Das Skelet des Geiers (Vultur). **

Beinahe nach demselben Plane sind im Allgemeinen die Flügel der Insekten gebaut, wenn die sie bildende Haut nur von hornartigen Rippen unterstützt wird, anstatt solche Theile einzuschließen, die den Knochen der Gliedmaßen entsprechen.

§. 295. **Die Greiforgane.** Durch leichte Modifikationen in der Form der Knochen und in der Einrichtigung ihrer Gelenke werden die Gliedmaßen, anstatt bloß für die Ortsbewegung geeignet zu sein, mehr oder weniger vollkommene Greiforgane; will man sich davon überzeugen, so vergleiche man nur die Brust- und Bauchgliedmaßen eines Menschen miteinander (Fig. 77). Unsere zum Ergreifen und Betasten der Gegenstände so bewunderungswürdig organisirte Hand differirt von unserem Fuße nur durch ihre Rotationsbewegungen, welche von der Artikulationsweise der Vorderarmknochen abhängen; ferner durch die Länge der Finger, durch die größere Biegsamkeit derselben und durch den eigenthümlichen Bau des Daumens, welcher sich gegen die übrigen Finger so stellen kann, daß er mit ihnen gleichsam eine Zange bildet.

Bei solchen Säugethieren, die von Früchten leben und zum Klettern auf die Bäume am besten organisirt

* Die verschiedenen Knochen werden durch die nämlichen Buchstaben, wie in der Fig. 80, angezeigt. — *cl* das Schlüsselbein; — *po* der Daumen.

** Die verschiedenen Knochen werden durch die nämlichen Buchstaben, wie in den vorhergehenden Figuren, bezeichnet.

Fig. 91. Der Sajou oder Winselaffe mit weißer Kehle (Cebus).

sind, endigen die vier Gliedmaßen in einer Art Hand, und häufig versieht sie die Natur noch mit einem fünften Greiforgan, indem sie ihren Schwanz hinlänglich lang und biegsam macht, um sich um die Aeste schlingen zu können, woran sich diese Thiere hängen (Fig. 91). Beispiele von einem derartigen Schwanze werden uns in der Klasse der Säugethiere durch eine große Anzahl Affen der neuen Welt, und in der Reptilienklasse durch das Chamäleon gegeben.

Von der Stimme.

§. 296. Die Beziehungen, die zwischen einem Thiere und denjenigen, wovon es umgeben ist, bestehen müssen, gründen sich nicht allein auf die Sinne und die Bewegungen, die wir bereits betrachtet haben, sondern mehrere dieser Wesen haben auch noch das Vermögen, Töne hervorzubringen, die sie selbst als ein Mittel, sich auszudrücken und mitzutheilen, gebrauchen können.

Von diesem Vermögen ist bei den untersten Thieren keine Spur vorhanden, und bei den Insekten ist das monotone Geräusch, welches man den Gesang dieser Thiere nennt, nur ein Resultat des Aneinanderreibens ihrer Flügel oder einiger andern Theile, die zu ihrer Bereitung gehören, demnach nur eine nothwendige Folge von gewissen Bewegungen, wie sie z. B. beim Fluge stattfinden, und können eigentlich nicht als eine Erscheinung des Ausdrucks betrachtet werden; aller Wahrscheinlichkeit nach dient es nur dazu, auf die Gegenwart desjenigen Thieres, das dasselbe hervorbringt, die Aufmerksamkeit von Seinesgleichen oder solchen Thieren zu erwecken, die von der Natur dazu bestimmt sind, auf sie Jagd zu machen. Eine größere Wichtigkeit erhält hingegen die Stimme bei den höheren Thieren; sie steht hier vollständig unter der Leitung des Willens, bietet mehr Verschiedenheit dar und rührt von einer ganz andern Ursache her; denn bei allen diesen Wesen werden die Töne dadurch hervorgebracht, daß die Luft durch einen bestimmten Theil der Luftröhre, der so beschaffen ist, daß dieses Fluidum darin vibrirt, hindurchströmt.

§. 297. Beim Menschen und den übrigen Säugethieren bildet sich die Stimme in demjenigen Theile des Luftweges, welcher Kehlkopf heißt und oben im Halse, zwischen dem Schlunde und der Luftröhre liegt (siehe Fig. 23). Befindet sich in der Luftröhre unter dem Kehlkopfe eine Oeffnung, wodurch der ausgeathmeten Luft gestattet ist, nach außen zu treten, ohne durch dieses Organ hindurchzuströmen, so verhindert man dadurch die Hervorbringung des Tones vollständig, während eine ähnliche, aber oberhalb des Kehlkopfs gelegene Wunde, die Stimme nicht zerstört; man hat sich davon durch Versuche an lebenden Thieren überzeugt, und pathologische Fälle, die man am Menschen selbst beobachtete, haben diese Wahrheit bestätigt. So weiß man Beispiele von Personen, welche in Folge einer innern Krankheit oder einer Wunde vornen am Halse eine Oeffnung hatten, die durch die Luftröhre hindurchging, und somit der durch die Respirationsbewegungen aus der Lunge gestoßenen Luft einen freien Austritt gestattete; diese Kranken waren nun alle ihrer Stimme beraubt, doch war es öfters leicht, ihnen das Vermögen der Stimmerzeugung wieder zu geben, indem man ihnen um den Hals ein Halsband auf eine Weise legte, daß die Wunde verstopft und die aus der Lunge tretende Luft gezwungen war, ihren gewöhnlichen Weg zu verfolgen, d. h. durch den Kehlkopf zu gehen.

§. 298. **Der Kehlkopf** (larynx). Dieser ist eine weite und kurze Röhre, welche an das Zungenbein (os hyoideum) (h Fig. 92) gehängt ist, und sich nach unten in der Luftröhre (tr) fortsetzt. Seine Wandungen sind aus verschiedenen Knorpelstücken zusammengesetzt, die mit den Namen Schildknorpel (cart. thyreoidea) (t), Ringknorpel (cart. cricoidea) (c) und Gießbeckenknorpel (cart. arythænoideæ) bezeichnet sind. An seiner Vorderseite befindet sich ein Vorsprung, der sogenannte Adamsapfel (pomum Adami) (a), und innen bildet die ihn auskleidende Schleimhaut gegen seine Mitte hin zwei große Seitenfalten, die von vornen nach hinten gerichtet sind und beinahe wie die Ränder eines Knopfloches aussehen. Diese Falten (Fig. 93 u. 94) werden

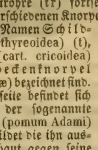


Fig. 92.

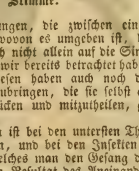


Fig. 93.

Fig. 94.

Stimmritzenbänder (lig. vocalia) oder **untere Schildgießbeckenbänder** (lig. thyreo-arytænoidea inferiora) genannt; sie sind ziemlich dick; ihre Länge ist um so beträchtlicher, je mehr der vordere Theil des Schildknorpels (oder der Adamsapfel), an welchen sie geheftet sind, hervorspringt; vermittelst der

* Fig. 92. Der Kehlkopf des Menschen im Profil gesehen: h das Zungenbein; — t der Körper des Zungenbeins, worun der Grundtheil der Zunge befestigt ist; — l der Schildknorpel; — a der vornen durch den Schildknorpel gebildete Vorsprung, der unter dem Namen Adamsapfel bekannt ist; der Schildknorpel ist mit dem Zungenbeine durch eine Haut verbunden; — c der Ringknorpel; — tr die Luftröhre; — o die hintere Seite des Kehlkopfs in Verbindung mit der Speiseröhre.

Fig. 93. Ein Verticalschnitt des Kehlkopfes: h das Zungenbein; — t der Schildknorpel; — c der Ringknorpel; — ar der Gießbeckenknorpel; — v die Kehlkopfhöhle, die durch den Raum gebildet wird, welchen die Stimmritzenbänder und die obern Schildgießbeckenbänder zwischen sich lassen; — e der Kehldeckel; — tr die Luftröhre.

Fig. 94. Der Kehlkopf, von vornen gesehen: der Umriß der innern Wand ist durch die Linien a a, b b angezeigt; — li sind die Stimmritzenbänder; — la die obern Bänder. Die übrigen Theile werden mit den nämlichen Buchstaben, wie in den vorhergehenden Figuren, bezeichnet.

Contraktionen eines kleinen, in ihrem Innern gelegenen Muskels und der Bewegungen der Gießbeckenknorpeln, an welche sie von hinten befestigt sind (ar. Fig. 93), vermögen sie sich mehr oder weniger zu spannen und sich gegenseitig zu nähern oder zu entfernen, so daß sie auf diese Weise den Raum der dazwischen liegenden Spalte vergrößern oder vermindern können. Ein wenig über den Stimmritzenbändern befinden sich zwei andere, den vorigen analoge Bänder der Schleimbaut des Kehlkopfs; man nennt sie die oberen Schild-Gießbeckenbänder (lig. thyreoarytænoidea superiora), und Seitentasche des Kehlkopfes oder Kehlkopftasche (ventriculus Morgagnii s. laryngis) nennt man die beiden seitwärts gelegenen Vertiefungen, welche die obern von den untern Bändern trennen (v. Fig. 93 u. 94). Der Raum zwischen diesen vier Falten bildet die Stimmritze; endlich bemerkt man noch über der obern Oeffnung des Schlundkopfes eine Art faserknorpeliger Klappe, den Kehldeckel (epiglottis s. ligula) (e. Fig. 93), welche mit ihrer Basis unten an die Zungenwurzel geheftet ist, und sich in schiefer Richtung im Schlunde erhebt, sich aber dennoch senken und die Stimmritze bedecken kann, wovon schon §. 61 die Rede war, als wir von der Verschluckung sprachen.

§. 299. **Mechanismus der Stimme.** In gewöhnlichen Umständen strömt die aus den Lungen gestoßene Luft frei durch den Kehlkopf hindurch und erzeugt darin keinen Ton; wenn sich aber die Muskeln dieses Organes zusammenziehen und der Eintritt der Luft in dasselbe sehr rasch ist, so läßt sich die Stimme vernehmen. Ein durch den berühmten Arzt des Alterthums, Galenus, angestellter Versuch beweist die Nothwendigkeit dieser Contraktionen für die Bildung der Töne. Er schnitt an lebenden Thieren die Nerven ab, welche sich zu den Muskeln des Kehlkopfs begeben; diese Operation, welche eine Lähmung dieser Organe hervorbrachte, zog zugleich auch den Verlust der Stimme nach sich. Auch beweisen noch andere Versuche, daß die Produktion der Töne hauptsächlich von der Wirksamkeit der Stimmritzenbänder abhängt; denn schneidet man die oberen Bänder ab, so schwächt man dadurch die Stimme beträchtlich, und nimmt man die unteren Falten oder die Stimmritzenbänder hinweg, so hebt man sie vollständig auf.

§. 300. Die meisten Physiologen sind der Meinung, daß sich bei der Bildung der Stimme der Kehlkopf auf dieselbe Weise verhalte, wie ein gewöhnliches Blasinstrument, z. B. wie ein Hoboe, d. h. daß der von den Lungen kommende Luftstrom die Stimmritzenbänder von einander so lange entferne, bis diese elastischen Lippen, die sich wieder einander nähern und somit die Stimmritze verengen, für einen Augenblick den Durchgang des Luftstroms unterbrechen, welcher sie bald wieder von Neuem von einander entfernt und dadurch Vibrationen erzeugt, die zur Bildung von Tönen schnell genug sind.

Aus der physikalischen Theorie der gewöhnlichen musikalischen Instrumente kann man sich die Hauptunterschiede erklären, welche uns die menschliche Stimme bei den verschiedenen Individuen oder bei einem und demselben Individuum, wenn dieses seine Intonirung variirt, darbietet.

So lehrt uns die Physik, daß, so oft eine elastische Saite stärker angespannt ist, sie auch schnellere Vibrationen erzeugen wird, als im umgekehrten Falle, und daß sie daher auch einen höhern Ton hervorbringen wird, denn die Höhe und Tiefe der Töne ist von der größern oder geringern Anzahl von Oscillationen abhängig, die in einer gegebenen Zeit aufeinander folgen. Die unteren Bänder der Stimmritze sind nun, wie wir bereits bemerkt haben, so beschaffen, daß sie sich in verschiedenen Graden spannen oder erschlaffen können, und man hat die Beobachtung gemacht, daß diese Theile sich um so mehr anzuspannen suchen, je höher der Ton ist, den man hervorzubringen sucht. Die Länge einer Saite oder einer elastischen Platte, wie z. B. einer solchen, deren man sich zur Construktion der Zunge eines Blasinstrumentes bedient, influirt gleichfalls auf die Höhe des durch seine Vibration erzeugten Tones, und man weiß z. B., daß, wenn man die Saite einer Violine um die Hälfte verkürzt, der erzeugte Ton um eine Oktave höher ist, als derjenige, der auf derselben Saite hervorgebracht worden, als sie noch ihre ganze Länge hatte; wenn sich die Stimme nach analogen Gesetzen bildet, so wird also eine Beziehung zwischen der Länge der Stimmritzenbänder und der Tiefe der erzeugten Töne herrschen; wir haben auch in der That schon oben gesehen, daß durch die Contraktionen der verschiedenen Kehlkopfmuskeln diese Bänder, anstatt in ihrer ganzen Länge frei zu bleiben, einander so weit genähert werden können, daß sie sich in einer mehr oder weniger beträchtlichen Ausdehnung berühren; begegnen sie sich nun auf diese Weise, so muß derjenige Theil ihres Randes, der wie die Zunge der Blasinstrumente vibriren kann, nothwendig eine entsprechende Verkürzung erleiden und einen höhern Ton geben. Endlich ist noch zu bemerken, daß die Stimmritzenbänder in dem Kehlkopf des Mannes länger sind, als in dem Kehlkopf der Frauen und Kinder, auch derrscht, wie Jedermann weiß, ein großer Unterschied im Umfange ihrer Stimme.

§. 301. Die Intensität der Stimme ist theils von der Kraft, womit die Luft aus den Lungen gestoßen wird, theils von der Leichtigkeit, mit welcher die verschiedenen Theile des Kehlkopfs in Vibration gerathen und von der Ausdehnung der Höhlung dieses Organes abhängig. Bei gewissen, durch ihr betäubendes Geschrei merkwürdigen Säugethieren sind große Zellen vorhanden, die mit der Stimmritze in Verbindung stehen; dem Resonnanze der in diesen hohlen Räumen enthaltenen Luft schreibt man nun ihre Stärke zu; diese Bildungsweise trifft man z. B. bei dem Esel an, zeigt sich aber in einem noch höhern Grade bei gewissen Affen Amerika's, die unter dem Namen Brüllaffen bekannt sind.

§. 302. Der Klang der Stimme scheint theils an die physikalischen Eigenschaften der Stimmritzenbänder und der Kehlkopfwände, theils an die Eigenschaften des darauf folgenden Theiles der Stimmröhre gebunden zu sein. Man weiß, daß sich der Klang der musikalischen Instrumente bedeutend abändert, je nachdem sie aus Holz, aus Metall oder aus jeder andern Substanz construirt sind; auch hat man eine Uebereinstimmung zwischen gewissen Modifikationen der menschlichen Stimme und der mehr oder weniger großen Härte der Kehlkopfknorpel bemerkt. Bei den Frauen und Kindern, deren Stimme einen besondern Klang hat, sind diese Knorpel biegsam und haben eine geringe Härte, während der Schildknorpel der Männer und solcher Frauen, die eine männliche Stimme haben, sehr hart und sogar manchmal mehr oder weniger verknöchert ist.

Auch die Form der äußern Oeffnung des Stimmapparates influirt auf den Klang der Töne. Geben diese bloß durch die Nasenhöhlen hindurch, so werden sie unangenehm und näselnd; ist der Mund weit offen stehend, so erhält dagegen die Stimme Stärke und Klang und es scheint, daß der Grad der Spannung des Gaumensegels und der übrigen Theile des Schlundes die Eigenschaften des Tones gleichfalls modifiziren.

§. 303. Bei den Vögeln bildet sich die Stimme hauptsächlich in einem besondern Organe, welches eine kleine Aehnlichkeit mit dem gewöhnlichen Kehlkopfe hat, aber unten an der Luftröhre liegt, da wo sich diese Röhre verästelt; dieser zweite Kehlkopf, oder der untere Kehlkopf, bietet bei den Singvögeln eine sehr zusammengesetzte Struktur dar; wir werden noch

später Gelegenheit finden, den Bau desselben kennen zu lernen.

§. 304. **Modifikationen der Stimme.** Die durch den Stimmapparat hervorgebrachten Töne sind nicht immer von gleicher Natur und unterscheiden sich als Schrei, Gesang und gewöhnliche Stimme.

Der Schrei ist in der Regel ein hoher, schneidender und unangenehmer Ton, der nur wenig oder gar nicht modulirt ist und sich von den andern Tönen namentlich durch seinen Klang unterscheidet; nur diese Art Stimme vermögen die meisten Thiere von sich zu geben, und in dieser Beziehung ist der Mensch auch bloß durch seine Erziehung von diesen Thieren unterschieden. Das neugeborne Kind weiß nur zu schreien, und ist es des Gehörsinnes beraubt, so wird auch seine Stimme keine andere werden; wenn es aber hört, was in seiner Umgebung vorgeht, so lernt es von Seinesgleichen und gewöhnt sich durch seine eigene Erfahrung daran, sie zu moduliren und ganz andere Töne hervorzubringen. Diese erworbene Stimme unterscheidet sich von dem Schrei durch ihre Intensität und ihren Klang, ist aber gleichfalls bloß aus Tönen gebildet, wovon das Ohr nicht deutlich die Intervalle und harmonischen Beziehungen unterscheiden kann. Dagegen ist der Gesang aus berechenbaren oder musikalischen Tönen zusammengesetzt, deren Oscillationen regelmäßig sind und gleichsam durch das Ohr gezählt werden können.

§. 305. Der Mensch besitzt auch noch die Fähigkeit, auf eine eigenthümliche Weise die verschiedenen Töne seiner Stimme zu modifiziren, er kann diese Töne artikuliren; man heißt diesen Akt Sprache.

Die Sprachorgane sind der Schlundkopf, die Nasenhöhlen und die verschiedenen Theile der Mundhöhle; je nachdem sie auf diese oder jene Weise wirksam sind, nimmt der durch den Kehlkopf erzeugte Ton diesen oder jenen Charakter an und constituirt einen besondern artikulirten Ton.

Zwar ist der Mensch nicht das einzige Wesen, das die Fähigkeit hat, die Töne zu artikuliren und auf diese Weise Worte auszusprechen, aber er ist das einzige Wesen, welches den Worten, die es aussprecht und der Anordnung, die es ihnen gibt, einen Sinn zu geben weiß — der Mensch allein ist mit der Sprache begabt.

Von der Intelligenz und dem Instinkte.

§. 306. Nachdem wir die Organe, mit deren Hülfe der Mensch und die Thiere die Kenntniß der äußern Gegenstände erhalten und auf die Außenwelt einwirken, betrachtet haben, bleibt uns zum Abschluß der Geschichte solcher Funktionen, die sich auf die Außenwelt beziehen, nichts mehr übrig, als uns mit dem Vermögen, welches diese bestimmt und mit den Erscheinungen der Seele zu beschäftigen. Dieser Zweig der Physiologie ist mehr durch die Philosophen als durch die Naturforscher ausgebildet worden, und wir könnten uns nicht lange dabei aufhalten, ohne von dem vorgezeichneten Entwurfe des vorliegenden Buches abzugehen; indessen scheint es uns unumgänglich nothwendig, hier wenigstens einige Worte darüber zu sagen.

Bei dem Menschen zeigen alle Erscheinungen der Seele die größte Vollkommenheit, und nur durch die Beobachtung dessen, was in uns selbst vorgeht, können wir uns irgend einen Begriff von den meisten Operationen des Geistes machen. Auch ist es der Mensch, bei dem die Seelenkräfte am meisten beobachtet und mit der größten Sorgfalt analysirt worden sind; daher wird man den Menschen als ersten Beispiel für die Betrachtung des Gegenstandes nehmen müssen, der uns hier beschäftigt, und mit uns selbst werden wir alsdann die Thiere zu vergleichen haben, wenn wir über die Fähigkeiten, womit die Natur sie begabt hat, urtheilen und die Ursachen von ihren Verrichtungen aufsuchen wollen.

§. 307. **Fähigkeiten der menschlichen Seele.** Wir haben gesehen, daß die unmittelbare Berührung der äußern Gegenstände oder der Einfluß vermittelnder Agenzien zwischen diesen Gegenständen und unsern Organen in den empfindlichen Theilen des thierischen Körpers eine gewisse Veränderung des Zustandes oder einen Eindruck erzeugt, dessen Natur uns unbekannt und dessen Wirkung eine Erregung ist, welche durch die Nerven zum Gehirn fortgepflanzt, durch unsern Geist daselbst wahrgenommen wird, und einer Sensation die Entstehung gibt. Diese letztere ist also ein von dem Eindrucke und der Erregung, woraus sie hervorgeht, verschiedenes Ding, und besteht ihrem eigentlichen Wesen nach in dem Bewußtsein, das wir von dem Eindrucke haben; diese Erscheinung ist nicht immer eine nothwendige Folge davon, und in vielen Fällen empfinden wir nicht die durch die empfindlichen Theile unseres Leibes erhaltenen Eindrücke, obgleich die so erzeugte Erregung auf die gewöhnliche Weise durch die Nerven zum Gehirn fortgeleitet worden ist, denn die Wirkung dieser Erregung auf das Gehirn kann unbemerkt durch die innere Macht, welche die Philosophen oft das Ich nennen, und welche man in der gewöhnlichen Sprache häufiger mit dem Worte Geist oder Seele bezeichnet, stattfinden. Das Vermögen, Sensationen aufzunehmen, ist demnach ein Eigenthum des Geistes und bildet gleichsam die Grundlage jeder Geistesthätigkeit.

§. 308. Im Schlafe wird in dem Zustande der meisten Sinnesorgane nichts geändert, diese müssen folglich, wie im wachenden Zustande, Eindrücke durch die äußern Gegenstände erhalten; doch geben diese Eindrücke gewöhnlich zu keiner Sensation Veranlassung, sei es nun, weil das Gehirn für einen Augenblick das Vermögen verloren hat, auf den Geist die erhaltenen Erregungen überzutragen, oder sei es, daß der Geist selbst alsdann seine Thätigkeit verliert. Der Einfluß der Seele auf die Sensationen ist während des Wachens nicht weniger in die Augen springend, denn durch die Kraft des Willens kann man auf irgend eine Weise das Bewußtsein von dieser oder jener Erregung so concentriren, daß man davon weit intensivere und deutlichere Sensationen als in den gewöhnlichen Umständen erhält. So weiß z. B. Jedermann, daß man inmitten mehrerer Conversationen, welche sich gleich stark durchkreuzen, oft die Rede derjenigen Person, deren Worte uns interessiren, verfolgen und alle auf unser Ohr durch die übrigen Stimmen erzeugten Eindrücke an uns unbemerkt vorübergehen lassen kann; ist der Geist sehr beschäftigt, so geschieht es öfters, daß man nicht einmal sieht, was vor den Augen vorgeht und nicht einmal den Schmerz empfindet, den eine Wunde oder eine Krankheit erregt.

Das Vermögen, freiwillig unser Bewußtsein auf die von außen her erhaltenen Erregungen oder auf die Operationen des Geistes selbst hinzulenken, bildet das, was man Aufmerksamkeit nennt.

§. 309. Die Sensationen, welche uns von außen zukommen oder aus irgend einem Zustande unserer Organe selbst hervorgehen, variiren in ihren Eigenschaften; sie sind bald angenehm, bald mehr oder weniger schmerzhaft und unter sich verschieden, je nachdem sie uns durch den einen oder andern Sinn gegeben oder durch verschiedene Ursachen in uns hervorgerufen worden sind. Fängt das Kind an, Eindrücke aufzunehmen, so weiß es noch nicht, wem es diese zuschreiben soll; aber in unserem Geiste ist eine Tendenz zum Schließen vorhanden, in Folge derselben wir mittelst richtiger Urtheile dahin gebracht werden, jede Wirkung einer Ursache zuzuschreiben, und diese Ursache in den Umständen zu suchen, womit die Erscheinung begleitet

ist, oder welche dieser vorangehen. Wir werden also veranlaßt, das, was wir erfahren, auf die Gegenstände unserer Umgebung zu beziehen, und alsdann bestätigt auch die Erfahrung dieses Urtheil, denn die Verschiedenartigkeit unserer Sinne und die verschiedenen Thätigkeitsweisen eines jeden Sinnes lassen uns eine constante Uebereinstimmung zwischen gewissen Sensationen und der Gegenwart gewisser Gegenstände erkennen. Wir erhalten somit das Bewußtsein von der Existenz der äußern Gegenstände; wir unterscheiden Eigenschaften oder verschiedene Handlungsweisen daran, und bilden uns eine Vorstellung oder einen Begriff von den Gegenständen, oder mit andern Worten, wir fassen sie auf.

Wenn z. B. ein Kind eine Blume riecht, so sucht es natürlich die Ursache dieser Sensation auf, und wenn es zugleich die Blume in seiner Nähe sieht oder sie mit der Hand ergreifen kann, so sieht es sich veranlaßt, diese als die Ursache des erhaltenen Eindruckes anzusehen. Wenn hierauf sein Geruchssinn nicht mehr erregt wird, sobald es sich von dieser Blume entfernt, und wenn die gleiche Sensation wieder eintritt, sobald es von Neuem einen Gegenstand berührt oder sieht, der die Eigenschaft besitzt, auf den Gefühls- oder Geschichtssinn auf die nämliche Weise, wie die fragliche Blume zu wirken, so wird es sich in seinem Urtheile alsobald bestärken und in seinem Geist die von dem Geruchs-, Geschichts- und Gefühlssinne kommende Sensation so aufnehmen, als verdankte man sie eben so vielen Eigenschaften eines und desselben Körpers. Eine dieser Eigenschaften oder einer dieser Charaktere wird alsdann für dasselbe hinreichend sein, um daraus die Existenz der andern so lang zu folgern, bis es auf Gegenstände stößt, wo sie sich nicht alle vereinigt finden, und wenn es dann irgend ein Interesse dafür hat, so wird es noch andere Unterschiede suchen, die geeignet sind, ihm diesenigen Gegenstände von einander unterscheiden zu lassen, welche es beim ersten Anblick miteinander verwechselte. Die Sensationen, welche wir durch die übrigen Sinne empfangen, rufen in unserem Geiste eine analoge Thätigkeit hervor, und es ist besonders durch das Zusammentreffen der verschiedenen Empfindungsweisen, daß der Mensch zu Vorstellungen von dem Vorhandensein seiner Umgebung gelangt. Der Sinn, welcher, um uns Vorstellungen dieser Art zu geben, am ebesten ohne alle fremde Beihülfe bestehen könnte, ist der Gefühlssinn, weil er gleichzeitig durch verschiedene Theile unsers Körpers ausgeübt werden kann, und weil er für sich allein schon hinreichend ist, um in uns zu gleicher Zeit zwei oder mehrere Sensationen zu erwecken, von deren Vergleichung ein Urtheil, sei es über die Existenz des fremden Gegenstandes, oder sei es über die Eigenschaft desselben, hervorgeht.

Wenn uns die Erfahrung die Bezeichnung der Sensationen gelehrt hat, so hält sich unser Geist nicht mehr zwischen diesen Sensationen und den daraus hervorgehenden Schlüssen auf; er urtheilt ohne Verzug, ohne Anstrengung und selbst ohne es zu wissen, über das, was er am Anfange abwägen und erst lange betrachten mußte; zu gleicher Zeit werden seine Urtheile über die Ursache der Sensationen sicherer, und man kennt sich berklich der Sinne zu bedienen, womit die Natur uns begabt hat. Um sich über diese Thatsache auszudrücken, sagen manche Physiologen mit Unrecht, daß sich unsere Sinne durch die Uebung vervollkommnen und erst einer Art Erziehung bedürfen; es ist nicht das Vermögen, die Eindrücke aufzufassen, welches modificirt wird, sondern es ist das Vermögen, welches die Eindrücke so zu sagen schätzt, sie untereinander vergleicht, sie unterscheidet, in einem Wort, welches über sie urtheilt. Das Urtheil macht uns auch in der That geschickt, unsere Sensationen zu benützen, und uns Begriffe von den Gegenständen zu bilden.

Doch würde diese Fähigkeit der Seele nicht hinreichen, um dieses Resultat herbeizuführen, wenn sie nur bei den augenblicklichen Sensationen thätig wäre und wenn diese letzteren nicht mit den früher erhaltenen Sensationen und den bereits vorhandenen Vorstellungen verglichen werden könnten.

§. 310. Es ist auch in der That noch ein anderes Seelenvermögen vorhanden, das eine große Rolle in allen intellektuellen Erscheinungen spielt und für uns durchaus nothwendig ist, wenn wir zur Kenntniß der uns umgebenden Gegenstände gelangen wollen: dieses Vermögen ist das Gedächtniß oder das Vermögen, von Neuem das Bewußtsein von einer bereits vergangenen Sensation oder von einer schon früher aus unsern Eindrücken hergeleiteten Vorstellung zu haben. Die Sensationen und Vorstellungen gehen, wie Jeder weiß, mehr oder weniger schnell vorüber, und scheinen sich unserem Bewußtsein nur darum zu vergegenwärtigen, um alsbald wieder zu verschwinden; aber in der Wirklichkeit verlöschen sie nicht vollständig; sie können sich häufig unter dem Einflusse des Willens oder durch jede andere Ursache in unserer Seele aufs Neue erzeugen, ohne jedoch je wieder die Beschaffenheit einer gegenwärtigen Sensation anzunehmen. Dieses für die Intelligenz so folgbare Vermögen übt sich im Allgemeinen um so leichter aus, je stärker die erste Sensation oder Vorstellung war oder je häufiger sie sich wiederholt hatte. Es scheint, als ob jeder Akt der Seele von einer gewissen bleibenden Veränderung in einem bestimmten Punkte des Gehirns begleitet, und diese Veränderung um so ausgesprochener sei, aus einer je größern Thätigkeit oder beträchtlicheren Summe schwacher Thätigkeiten sie hervorgeht, und als ob der so erzeugte Eindruck von dem Augenblicke an, wo er einen gewissen Grad von Stärke erhalten hat, von dem Geiste wahrgenommen würde. Auch andere Umstände, z. B. das Alter, influiren auf diese intellektuelle Erscheinung. So ist das Gedächtniß in den ersten Lebensjahren sehr entwickelt, während es bei dem Greise selten stark genug ist, um die Vorstellungen aufzubewahren, die durch die geschwächten Sensationen erzeugt worden, welche der Mensch in dieser vorgerückten Periode des Lebens erleidet, und selbst wohl nur das, was sich ihm in der Jugend tief eingeprägt hat; manchmal verliert sich das Gedächtniß sogar ganz in Folge eines hohen Alters; selbst bei dem Erwachsenen ist es schon schwächer, als bei dem Knaben und Kinde; daher erwirbt man sich in der Jugend weit leichter alle diejenigen Kenntnisse, welche kein sehr großes Nachdenken erfordern, wie z. B. Sprachen, Geschichte, beschreibende Wissenschaften ꝛc. Bemerkenswerth ist ferner, daß die Uebung dasselbe stärker zu machen vermag, und daß es in gewissen Krankheiten fast ganz verloren gehen kann, ohne daß der Kranke des Vermögens verlustig wird, Sensationen von außen aufzunehmen und daraus Vorstellungen über die ihn umgebenden Gegenstände abzuleiten.

Die menschliche Seele ist nur selten für gleich starke Eindrücke verschiedenartiger Sensationen empfänglich, und die verschiedenen Menschen werden auf eine sehr ungleiche Weise von den Vorstellungen einer und derselben Art ergriffen. Die lebhaftesten Sensationen sind immer diejenigen, welche das Gedächtniß am leichtesten behält, daher ist es leicht vorauszusehen, daß das Vermögen, im Geiste verschiedenartige Vorstellungen aufzubewahren, auf eine analoge Weise variiren muß. Es sind auch in der That bei einem und demselben Menschen gleichsam eben so viele deutlich von einander unterschiedene Gedächtnißarten vorhanden, als es verschiedene Arten von Sensationen gibt; so gibt es ein Gedächtniß für Wörter, ein anderes für die Formen, ein drittes für den Ort, ein viertes für die Musik ꝛc., und es ist ein sehr seltener Fall, daß sie ein und derselbe Mensch alle im gleichen Grade

besitzt; in der Regel herrscht eine dieser Eigenschaften vor; auch hat man in gewissen Krankheiten eine Gedächtnißart vollständig verloren gehen sehen, ohne daß die andern Arten merklich gelitten hätten; aus diesen Thatsachen darf man aber nicht schließen, daß dies auch wirklich eben so viele besondere Vermögen seien; die Ungleichheiten, die sich in dem Gedächtnisse, je nachdem es sich auf diesen oder jenen Gegenstand richtet, hängen nach aller Wahrscheinlichkeit von einer Ungleichheit in der Disposition des Geistes ab, verschiedene Arten von Sensationen aufzufassen, und zeigt sich geeigneter für diese oder jene Art geistiger Beschäftigung.

§. 311. Das Urtheilsvermögen, wovon schon oben die Rede war, übt sich nicht bloß auf jene einfache Art aus, wie wir es in die Vorstellung oder in die Bildung unserer Begriffe eintreten sahen, die sich auf das Vorhandensein oder die Abwesenheit der als Ursachen von unsern Sensationen betrachteten Eigenschaften der Gegenstände beziehen. Die erworbenen Vorstellungen bleiben nicht isolirt in unserem Geiste; wir besitzen auch noch das Vermögen, sie zu vergleichen, die Beziehungen, die unter ihnen herrschen, aufzufassen, daraus Folgerungen zu ziehen, und mit einem Worte, eben so gut Urtheile über die Vorstellungen als über die äußern Gegenstände zu fällen; wir können selbst diese Urtheile untereinander verbinden, um daraus neue Schlüsse abzuleiten und somit ein zusammenhängendes Urtheil zu bilden. Werden diese Geistesoperationen auf einen hohen Grad von Vollkommenheit gebracht, so machen sie das Nachdenken oder die Betrachtung dessen, was in unserem Geiste sich vorgeht, nothwendig, und dieses Vermögen ist in uns so entwickelt, daß es uns zum Bewußtsein unserer eigenen Seelenkräfte führt und uns erlaubt, ebensowohl die Erscheinungen unseres Geistes als die der äußern Welt zu beobachten.

§. 312. Die Einbildungskraft oder das Vermögen, in unserem Geiste solche Vorstellungen hervorzurufen, welche nicht unmittelbar aus den gegenwärtigen Sensationen oder den in unserem Gedächtniß bereits vorhandenen Vorstellungen entstehen; daher ist sie ein Vermögen, das gleichfalls eine große Rolle in den Erscheinungen der menschlichen Seele spielt; doch was hauptsächlich zu der unermeßlichen Entwicklung der Seele beiträgt, ist die uns innwohnende Tendenz, Zeichen zu schaffen, um unsere Vorstellungen zu vergegenwärtigen, mittelst dieser Zeichen zu denken und unsere Gedanken zu verallgemeinern.

§. 313. Durch den Willen endlich vermögen wir auf irgend eine Weise unser Bewußtsein auf gewisse gegenwärtige Sensationen, auf die in unserem Gedächtnisse von früheren Sensationen zurückgelassenen Spuren oder selbst auf die Operationen unseres Geistes zu concentriren, d. h. in uns Aufmerksamkeit und Nachdenken hervorzurufen, und unsern Gedanken eine bestimmte Richtung zu geben, ihren Gang zu unterbrechen und bis zu einem gewissen Punkt den Gegenstand des Nachdenkens zu wählen. Doch sind in uns auch natürliche Bestrebungen vorhanden, welche unabhängig von unserem Willen, uns so weit bringen können, daß wir gewisse Operationen des Geistes mit einer größern Leichtigkeit ausführen, als andere, und welche uns die Vorstellungen von einer gewissen Art vorziehen lassen. Die Tendenz zum Schließen, von der zu sprechen wir schon weiter oben Gelegenheit hatten, ist eine dieser angedornen Eigenschaften der menschlichen Seele; zu diesem gehört das Vertrauen, das Gefühl für Gerechtigkeit und für das Schöne, das Mitleiden, in einem Worte, alle moralische Eigenschaften, welche sich schon in der frühen Jugend mit mehr oder weniger Stärke zeigen, und die sich bei allen Menschen, unabhängig von den Wirkungen der Erziehung, wieder finden; in diese nämliche Klasse kann man noch die Disposition einreihen, die uns inwohnt, die Ursachen der Erscheinungen, von denen wir Zeuge sind, aufzusuchen oder uns mit dem Calcul, mit Musik ꝛc. zu beschäftigen; dies sind Tendenzen, welche gerade ebenso, wie die vorigen in Beziehung auf Intensität, je nach den Individuen variiren, und den Menschen wegen dieser Ungleichheit so verschiedene Geschicklichkeiten für die verschiedenen Geistesarbeiten geben.

§. 314. Diese Eigenschaften des menschlichen Geistes haben eine große Analogie mit einer andern Klasse von Kräften, welche man die gemüthlichen Eigenschaften nennen kann, wie z. B. die natürliche Neigung, unsere Kinder zu lieben und zu beschützen, die Gesellschaft Unsersgleichen aufzusuchen ꝛc. Diese letzteren Fähigkeiten haben ihrerseits wieder eine eben so große Aehnlichkeit mit dem Instinkt, womit die Natur uns begabt hat. Diesen Namen gibt man dem Streben oder dem Impuls, welcher uns veranlaßt, gewisse Akten zu vollziehen, an deren Combinationen weder der Wille noch der Verstand Antheil nimmt und deren Resultat der Geist nicht einmal voraussieht. Bei dem Menschen sind die instinktartigen Fähigkeiten nur wenig entwickelt, und sind nur selten die bestimmende Ursache dieser Handlungen; dagegen sehen wir sie bei den Thieren eine große Rolle spielen und an die Stelle des Verstandes treten; und nur bei diesen Wesen können wir eine deutliche Vorstellung davon erhalten.

§. 315. **Die Prinzipien der Thätigkeit.** Die verschiedenen geistigen Kräfte, die wir aufgezählt haben, sind die bestimmende Ursache unserer meisten Handlungen.

Im thierischen Körper finden, wie wir wissen, gewisse Thätigkeiten, ohne alle Beihülfe des Willens und auf eine ganz automatische Weise Statt; dies sind die Bewegungen des Herzens und die peristaltischen Contraktionen des Darmkanales.

Auch noch andere Bewegungen können sich unabhängig von dem Willen erzeugen, doch sind sie nicht vollständig dem Einfluß dieser Kraft entzogen; sie setzen sich fort, wenn auch das Thier das Bewußtsein verloren hat; aber im Normalzustand kann das Thier die Bewegungen nach Belieben beschleunigen, verzögern oder unterbrechen. Die Respirationsbewegungen bieten uns hiezu ein Beispiel von diesen Akten dar, die man halbautomatisch nennen könnte, und sodann haben wir auch gesehen, daß bei den höhern Thieren die Kraft, durch die sie hervorgebracht werden, in dem verlängerten Mark oder dem obern Theile des Rückenmarks ihren Sitz zu haben scheint.

Endlich haben wir noch eine dritte Klasse von Bewegungen gesehen, die völlig unabhängig von dem Willen sind und ganz aufhören, sobald die Hirnfunktionen unterbrochen werden. Diese Akte, die von den Physiologen mit dem Namen willkürliche Bewegungen bezeichnet werden, sind die einzigen, womit wir uns hier zu beschäftigen haben, denn sie allein vermitteln die höheren thierischen Funktionen, und wenn wir die Motive derselben analysiren, so werden wir bemerken, daß diese Ursachen oder Prinzipien der Thätigkeit zweierlei Art sind: die einen sind vernunftmäßig (rationell), die andern instinktmäßig.

Unser Wille bestimmt sich in der That zuweilen in Folge eines Urtheils und in der Voraussicht eines bestimmten Resultates, für diese oder jene Handlung, allein es gibt auch andere Fälle, wo das, was uns zu einer Handlung bewegt, keine Operation des Geistes ist, sondern ein nicht berechneter und gewissermaßen blinder Impuls, den man instinktmäßig heißen kann (indem man jedoch diesem Worte seine weiteste Bedeutung gibt); solche Beispiele liefert der Wunsch, ein physisches Bedürfniß zu befriedigen, wie z. B. den Hunger, oder irgend einer natürlichen

Neigung oder einem eigentlichen Instinkte zu folgen, wie z. B. die mütterliche Zärtlichkeit, und der Instinkt, welcher ohne Beihülfe der Erfahrung oder der Erziehung dem neugeborenen Kinde lehrt, an der Mutter Brust zu saugen.

§. 316. Endlich ist noch zu bemerken, daß wir durch die häufige Wiederholung rationeller Handlungen die Fähigkeit erhalten, sie zu vollziehen, ohne daß der Wille hinzutritt, um sie hervorzurufen oder sie zu regeln, und manchmal sogar, ohne daß wir das Bewußtsein von dem haben, was wir thun; dies ist eine bekannte Folge der Gewohnheit; die so erzeugten Bewegungen zeigen eine große Aehnlichkeit mit denjenigen, die von dem eigentlichen Instinkte abhängen; nur hat uns die Natur in Betreff dieser letzteren Alles gegeben, was zu ihrer Entstehung nothwendig ist, während in Beziehung auf die ersteren die besondere Disposition, wovon die Erscheinung abhängt, nur durch Uebung und Erziehung erlangt wird.

Das Studium des Einflusses, den die Wiederholung irgend eines Aktes auf die Disposition zum Handeln ausübt, und das Studium der Beziehungen, welche zwischen gewissen Gedanken und Operationen des Verstandes oder der Bestimmung des Willens, d. h. der Wirkungen der Gewohnheit und der Ideenassociationen stattfinden können, bildet einen der interessantesten Zweige der Psychologie; doch gebricht uns der Raum, uns hier dabei länger aufzuhalten, auch ist es für den Gegenstand, den wir im Auge haben, hinreichend, die zwischen den Resultaten der Gewohnheiten und den Impulsen des Instinktes herrschende Analogie bezeichnet zu haben.

§. 317. **Die Fähigkeiten der Thiere.** Nachdem wir nun in Kürze die Hauptvielenkräfte des Menschen betrachtet haben, so können wir uns mit Hülfe der auf diese Weise erworbenen Kenntnisse einigermaßen einen Begriff zu machen suchen von der Natur der Intelligenz der Thiere und den Ursachen ihrer Verrichtungen. Allein dieses Studium bietet noch mehr Schwierigkeit dar, als das Studium des menschlichen Geistes, denn wir können dort nicht, wie bei uns selbst, die Operationen des Geistes beobachten, sondern nur durch Analyse ihre innere Vorgänge erkennen.

§. 318. Bekanntlich geben alle Thiere Zeichen von einer Sensibilität von sich; doch scheinen die Sensationen bei sehr einfach gebauten keine Thätigkeit hervorzurufen, die der ähnlich wäre, welche in unserer Seele vor sich geht, wenn wir die Vorstellung von der Ursache unserer Einrücke erhalten und uns Vorstellungen bilden, die sich auf unsere Umgebung beziehen. Bei solchen Wesen gewahren wir keine Spur von einer Intelligenz, und der Wille äußert sich bei ihnen nur durch äußerst einfache Akte, z. B. durch die Veränderung der Richtung in ihren Bewegungen, wenn sich auf ihrem Wege zufällig ein Hinderniß findet. Es scheint auch wirklich, daß sich bei den Infusionsthierchen und einigen Zoophyten die Fähigkeiten des höheren thierischen Lebens bei Erscheinungen dieser Art begränzen. Steigt man aber in der Thierreihe weiter hinauf, so sieht man, wie die Akte complizirter und verschiedenartiger werden, und öfters kann man sich diese nur dann erklären, wenn man bei Thieren, die sie ausführen, die Existenz eines bewunderungswürdigen Instinkts oder sogar die Existenz solcher Fähigkeiten zugibt, die sich denjenigen analog zeigen, welche bei dem Menschen zur Produktion ähnlicher Akte nöthig sind, z. B. das Gedächtniß und die Urtheilskraft. Wenn man die Lebensweise gewisser Thiere, z. B. des Bibers, der Biene und der Ameise, beobachtet, so ist man sogar versucht, ihnen eine sehr entwickelte Intelligenz beizumessen; doch nur bei solchen Thieren, deren Organisation sich am meisten der des Menschen annähert, z. B. bei dem Affen, dem Hunde, ist etwas vorhanden, was mit den Fähigkeiten, deren wir Erwähnung thaten, eine Aehnlichkeit hat; bei den weniger hoch stehenden Thieren ist es der Instinkt, wovon fast alle Verrichtungen abhängen, selbst diejenigen, welche am meisten Berechnung und Voraussicht zu erfordern scheinen.

§. 319. Der eigenthümliche Charakter, welcher besonders die instinktartigen Verrichtungen von denjenigen unterscheiden läßt, die man intelligent oder rationell nennen kann, ist der, daß jene nicht das Resultat der Nachahmung oder der Erfahrung sind, daß sie immer auf gleiche Weise vollzogen werden und daß ihnen aller Wahrscheinlichkeit nach keine Voraussicht weder ihres Resultates noch ihrer Nützlichkeit vorausgeht. Die Vernunft setzt ein Urtheil und eine Wahl voraus; der Instinkt dagegen ist ein blinder Impuls, welcher das Thier antreibt, auf eine bestimmte Weise zu handeln; seine Wirkungen können zuweilen durch die Erfahrung und durch das Resonnement modifizirt werden, hängen aber niemals davon ab; diese letzteren Fähigkeiten influiren immer um so viel weniger auf die Handlungen eines Thieres, als die Instinkte desselben vollkommener sind; bei dem Menschen ersetzt die Intelligenz den Instinkt beinahe ganz, während es bei den Thieren der Instinkt ist, der mehr oder weniger vollständig den Mangel der Intelligenz ersetzt.

Als Beispiel von einem sehr einfachen, aber dennoch sehr bewunderungswürdigen Akte, der offenbar von dem den Thieren als Wegweiser auf dem Lebenswege gegebenen Instinkte abhängig ist, führen wir eine Thatsache an, die man oftmals bei jungen Enten beobachtet hat, welche, da sie durch ein Huhn ausgebrütet und erzogen worden, niemals die Thiere ihres Geschlechts gesehen hatten, und dennoch bei der ersten Gelegenheit, ungeachtet der Bemühungen ihrer Mutter und des Beispiels der Küchlein, von denen sie umgeben sind, sich ins Wasser begeben, um darin zu schwimmen und nach Art der übrigen Thiere ihrer Gattung zu leben. Als Beispiel außerordentlich complizirter Akte, die in Ermangelung des Instinktes, von dem sie abhängen, sich nur unter dem Einflusse einer sehr vorausschtigen Intelligenz vollziehen könnten und kluge Berechnungen nöthig machen würden, führen wir Thatsachen an, die durch jeden Beobachter leicht constatirt werden können: dies sind die Arbeiten der Bienen, deren Construktionen eine so große Regelmäßigkeit und eine so bewunderungswürdige Vollkommenheit darbieten, und die sich so gut für die Lebensweise eignen, für die sie bestimmt sind. Diese geschickten Arbeiter haben nun weder eines Musters, noch eines Wegweisers nöthig; von Anfang ihrer architektonischen Laufbahn an führen sie ohne einen vorläufigen Versuch, und ohne irgend einen Fehlgriff zu thun, eine Menge feiner Operationen aus, deren Nutzen nicht unmittelbar ist; niemals benützen sie die Erfahrung, um ihre Arbeiten zu vervollkommnen, und von Generation zu Generation arbeiten sie auf die nämliche Weise, ohne daß die jungen Individuen die Lectionen der im Bauen schon Geübten nöthig hätten; man sieht sie ihre Arbeiten selbst dann noch fortsetzen, wenn die Umstände, in die sie gesetzt sind, dieselben unnütz machen. Man kann also diese Verrichtungen nicht dem Einflusse solcher Fähigkeiten beimessen, die denen unserer Intelligenz entsprechen, denn diese letzteren würden zur Hervorbringung ähnlicher Resultate unzureichend sein, und man kann sie nur alsdann erklären, wenn man ihnen als Ursache einen natürlichen Impuls zuschreibt, der dem ähnlich ist, welcher das neugeborne Kind antreibt, an der Mutter Brust zu saugen, ohne daß es dazu eine Anleitung erhalten hat.

Die Instinkte der Thiere ändern sich je nach den verschiedenen Arten ab und bieten sowohl für den

Philosophen als für den Naturforscher einen sehr interessanten Gegenstand der Betrachtung dar. Nur wenn man die spezielle Geschichte eines jeden Thieres gibt, kann man hoffen, die Instinkte alle gut erkennen zu lassen, es würde uns auch hier der Raum mangeln, sie auf eine solche Weise abzuhandeln; indessen glauben wir, um die Gedanken unserer Leser auf die Natur der Erscheinungen, welche aus diesem gleichsam angebornen Impulse hervorgehen, zu lenken, hier einige der merkwürdigsten beschreiben zu müssen.

§. 320. Man kann die hauptsächlichsten Verrichtungen des Instinkts in drei Klassen bringen, je nachdem sie sich auf die Erhaltung der Art oder des Individuums oder auf das Verhältniß dieses letzteren zu den anderen Thieren beziehen.

§. 321. Unter den Instinkten, womit die Thiere zur Sicherung ihres Wohlseins und zum Schutz gegen unzählige Zerstörungeursachen, womit sie umgeben sind, begabt worden, kann man zuerst die Neigung, sich ausschließlich von gewissen bestimmten Substanzen zu ernähren, anführen. Einige sehr einfache Thiere sind mit diesem Instinkte nicht versehen, sondern verschlingen ohne Unterschied Alles, was sie finden; in diesem Falle befinden sich verschiedene Zoophyten; aber die meisten Thiere geben mehr oder weniger deutliche Beweise von diesem Instinkte, und zuweilen äußert sich dieses so stark, daß man diese Thiere jede Art von Nahrung verweigern sieht, mit Ausnahme einer einzigen, zu deren Gebrauch sie gewissermaßen vorausbestimmt sind. Es gibt nicht nur gewisse Thierarten, die bloß thierische Stoffe verzehren, und andere, die sich einzig und allein von vegetabilischen Substanzen ernähren, sondern man kennt auch unter diesen letztern eine große Anzahl solcher Thiere, die sich nur an die Blätter oder Früchte einer einzigen Pflanze halten und gegen jede andere Nahrung gleichgültig bleiben; der Geruch und Geschmack sind die Werkzeuge, die sie in ihrer Wahl leiten, doch kann man die Ursache, welche sie bestimmt, bloß solche Substanzen zu verzehren, die auf ihre Sinne so oder so einwirken, wohl nur einem besondern Instinkte zuschreiben; und was merkwürdig ist, es geschieht zuweilen, daß dieser Instinkt seine Richtung plötzlich verändert, wenn das Thier zu einer gewissen Periode seiner Entwicklung gelangt ist, und daß er dasselbe bestimmt, seine ursprüngliche Ernährungsweise aufzugeben, um ausschließlich solche Substanzen aufzusuchen, von denen es zuvor keinen Gebrauch machte. So machen es gewisse Insekten, die im Larvenzustande Fleischfresser sind und nachher, wenn sie sich im Zustande größerer Vollkommenheit befinden, stets Pflanzenfresser werden; eben so machen es auch die Frösche, die sich von vegetabilischen Stoffen ernähren, so lange sie noch Alante (Froschwürmer) sind, hingegen Fleischfresser werden, sobald ihre Metamorphose vorüber ist.

§. 322. Dieser Instinkt bestimmt nur sehr einfache Akte, und kommt nicht demjenigen gleich, den die Natur verschiedenen fleischfressenden Thieren gegeben hat, um dieselben in den Mitteln zu leiten, welche sie zum Erhaschen ihrer Beute anwenden.

So ist z. B. die Larve des Ameisenlöwen (Fig. 96),

Fig. 95. Der Ameisenlöwe (Myrmeleo formicarius).

eines den Eintagsfliegen benachbarten Insektes, dazu bestimmt, sich von Ameisen und andern Insekten, aus denen sie die Feuchtigkeit saugt, zu ernähren; sie bewegt sich aber so langsam und mühevoll, daß sie nur schwierig ihre Bedürfnisse befriedigen könnte, wenn die Natur sie nicht gelehrt hätte, sich der Beute, die sie nicht verfolgen kann, dadurch zu bemächtigen, daß sie ihr eine Falle stellt (Fig. 97). Ihr Instinkt treibt

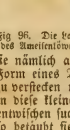


Fig. 96. Die Larve des Ameisenlöwen.

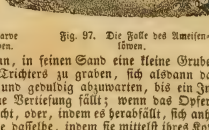


Fig. 97. Die Falle des Ameisenlöwen.

sie nämlich an, in seinen Sand eine kleine Grube in Form eines Trichters zu graben, sich alsdann darin zu verstecken und geduldig abzuwarten, bis ein Insekt in diese kleine Vertiefung fällt; wenn das Opfer zu entwischen sucht, oder, indem es herabfällt, sich anhält, so betäubt sie dasselbe, indem sie mittelst ihres Kopfes und ihrer Mandibeln demselben eine Menge Sandkörner zuwirft, wodurch sein Herabfallen auf den Grund des Trichters bewirkt wird. Die Art und Weise, wie der Ameisenlöwe seine Grube gräbt, ist nicht weniger interessant: nachdem er den Boden, wo er sich festsetzen will, untersucht hat, fängt er seinen Bau damit an, daß er einen Kreis beschreibt, welcher der Mündung seiner trichterförmigen Grube entsprechen soll; dann stellt er sich in diesen Kreis hinein, fängt mit einem seiner Füße, wie mit einem Spaten, zu graben an, schafft sich eine gewisse Menge Sand auf seinen Kopf und wirft ihn mittelst eines Stoßes einige Zoll weit über den Kreis hinaus; auf diese Weise setzt er seine Arbeit fort, indem er sich dabei um seine entworfene Grube herumdreht, rückwärts schreitet und sich eines und desselben Fußes zum Wegräumen des Sandes bedient; ist er aber zu seinem Ausgangspunkte wieder zurückgekommen, so geht er an eine andere Seite und macht so fort, bis seine Arbeit vollendet ist; stößt er während seiner Operation auf irgend einen Stein, dessen Gegenwart der Vollkommenheit seines Trichters schaden könnte, so vernachlässigt er denselben anfänglich, kommt aber nach vollendeter Arbeit wieder auf denselben zurück, macht jede Anstrengung, um ihn auf seinen Rücken zu laden und nach außen zu werfen; glückt ihm dieses, so schleudert er ihn so weit hinaus, daß er nicht mehr in die Grube zurückfallen kann, vermag er sich desselben aber nicht zu entledigen, so gibt er sein Werk auf und fängt irgendwo von neuem an. Ist die Grube fertig, so hat sie in der Regel ungefähr acht Decimeter im Durchmesser und fünf in der Tiefe; ist der Abhang ihrer Wände durch einen Einsturz verändert worden, was fast immer geschieht, wenn ein Insekt hinein geräth, so beeilt sich der Ameisenlöwe, den Schaden auszubessern.

Gewisse Spinnen stellen noch eigenthümlichere Fallen; denn die Gewebe, welche diese Thiere auf verschiedene Arten machen, sind besonders zum Fange der Fliegen und anderer Insekten bestimmt, die sie zu ihrer Beute machen wollen. Die Anlage der Fäden variirt je nach den verschiedenen Spinnenarten, und ist zuweilen ganz unregelmäßig; indessen gibt es auch andere Gewebe, die eine außerordentliche Eleganz darbieten, und man staunt, wenn man diese kleinen Thierchen mit so großer Vollkommenheit ein so ausgedehntes Gewebe spinnen sieht, wie z. B. das Gewebe der

Kreuzspinne (epeira), die sich in unsern Gärten aufhält. Es gibt sogar Spinnen, die sich nicht damit begnügen, solche Fallen zu stellen, sondern die sich ihrer Fäden auch noch dazu bedienen, um ihr Opfer damit zu umstricken und dasselbe auf diese Weise so lange an seiner Vertheidigung zu hindern, bis sie es mit ihrem giftigen Haken durchbohrt haben.

Man kann selbst Fische anführen, welche, um sich ihrer Beute zu bemächtigen, einen nicht weniger merkwürdigen Instinkt zeigen; ein solcher Fisch ist der Spritzfisch, welcher sich in dem Ganges befindet, und welcher, da er sich von den Insekten zu nähren hat, die er nicht verfolgen kann, die Kunst besitzt, Wassertropfen auf diejenigen zu spritzen, die er auf Wasserpflanzen sitzend bemerkt, um dadurch zu bewirken, daß sie herunterfallen und er sie verzehren könne; er scheint in dieser Jagd selbst so geschickt zu sein, daß er seine Beute selten auf eine Entfernung von mehreren Fußen verfehlt.

Auch die verschiedenen Arten der von vielen vierfüßigen Thieren auf ihren Jagden angewandten List müssen auf den Instinkt bezogen werden, denn diese pflanzen sich bei allen Individuen derselben Art in unveränderlicher Weise fort, und häufig lassen sie sich erkennen, wenn die Thiere noch keine Gelegenheit hatten, sich weder durch Nachahmung, noch durch die Erfahrung zu unterrichten.

§. 323. Zu dieser Klasse der Instinkte muß man noch die angeborene Neigung rechnen, welche viele Thiere bestimmt, Mundvorräthe für den künftigen Gebrauch aufzuhäufen und sie in Höhlen zu verscharren. In der Regel ist dieser Instinkt nur bei mehr oder weniger bodenden Gattungen entwickelt, die einen Theil des Jahres hindurch in dem Lande, das sie bewohnen, nicht die Substanzen finden, von denen sie sich gewöhnlich ernähren. Diese scheinbare Vorsicht schützt sie vor Mangel an Nahrung, wenn der Boden deren keine mehr liefert, kann aber von keiner Berechnung des Verstandes herrühren, denn sie zeigt sich, bevor die Erfahrung dem Thiere den Nutzen solcher Magazine lehren konnte, und man findet sie selbst noch bei solchen Thieren, die in einem Klima wohnen, wo keine dürftige Jahreszeit mehr zu befürchten ist.

Das bei uns einheimische Eichhörnchen (Fig. 98)

Fig. 98. Das gemeine Eichhörnchen (Sciurus vulgaris).

gibt uns ein Beispiel von dieser angeborenen Neigung, für die Bedürfnisse der Zukunft Vorsorge zu treffen. Den Sommer über häufen diese in ihren Sprüngen so lebhaften und anmuthigen Thierchen Mundvorräthe an Haselnüssen, Eicheln, Mandeln ꝛc. an, und bedienen sich gewöhnlich eines ausgehöhlten Baumes als Magazin; sie haben die Gewohnheit, auf diese Weise mehrere Niederlagen in verschiedenen Verstecken zu halten; wenn sich des Winters die Noth fühlen läßt, wissen sie dieselben sehr gut zu finden, selbst wenn der Schnee sie bedeckt. Aber dieser Impuls, welcher ihnen so nützlich sein muß, wenn die Kälte ihre täglichen Erneten unterbricht, treibt sie auch noch an, die Nahrungsmittel, welche ihnen übrig bleiben, zu verstecken, selbst wenn sie nie eine Zeit der Noth durchlebt und auch keine solche zu befürchten haben. Ein anderes Nagethier, das mit unsern Kaninchen in manchen Stücken ähnlich ist und Sibirien bewohnt, nämlich der Pfeifhase (Lagomys), ist mit einem noch merkwürdigeren Instinkte begabt, denn nicht nur, daß er im Herbste die Kräuter sammelt, deren er zu seiner Ernährung während des langen Winters in diesem unwirthlichen Lande bedarf, sondern er macht auch ganz genau nach Art unserer Landwirthe Heu. Hat er die kräftigsten und saftreichsten Kräuter auf der Wiese abgeschnitten, so breitet er dieselben aus, um sie an der Sonne trocken werden zu lassen, und ist diese Operation zu Ende, so häuft er dieselben in Schobern auf, und sorgt dafür, daß sie gegen Regen und Schnee geschert sind, und daß unter jedes seiner Magazine eine unterirdische Gallerie gegraben wird, die in seine Wohnung einmündet und so eingerichtet ist, daß er zu jeder Zeit die Niederlage seiner Mundvorräthe besuchen kann. Die Biene, deren Geschichte abzuhandeln wir bald Gelegenheit finden werden, wird ebenfalls von der Natur angetrieben, sich für die Zukunft vorzusehen, und führt zu diesem Zwecke noch complizirtere Arbeiten aus.

§. 324. Ein anderer Instinkt, der sich wie die vorhergehenden auf die Erhaltung des Individuums bezieht, ist der, welcher gewisse Thiere bestimmt, sich eine Wohnung zu bauen, ihnen alle zu diesem Zwecke nöthige zusammengesetzte Operationen lehrt, und welcher sie in ihren Arbeiten unveränderlich denselben Plan verfolgen läßt, obgleich in der Regel diese Arbeiter nie etwas Aehnliches haben machen sehen, und obgleich sie hiezu kein Modell besitzen.

So baut sich der Seidenwurm mit den Fäden, die er ausscheidet, einen Cocon, worin er sich einschließt, um darin seine Metamorphosen in Sicherheit zu erleiden und ein Schmetterling zu werden; so gräbt sich das Kaninchen seinen Bau und der Biber seine Hütten, die ihn so berühmt gemacht haben. Wir werden später Gelegenheit haben, auf diesen architektonischen Sinn zurückzukommen, wenn wir von den Arbeiten sprechen werden, die durch ganze Truppen in Gesellschaft beisammen lebender Thiere ausgeführt werden, und wenn wir uns die Sorgfalt, die ein großer Theil dieser Geschöpfe für ihre Jungen zeigt, zum Gegenstande unserer Beschäftigung machen werden; doch können wir hier diesen interessanten Gegenstand nicht verlassen, ohne einige Beispiele als Beleg des Gesagten anzuführen.

Der Hamster (Cricetus) (Fig. 99), ein mit der Ratte ziemlich nah verwandtes kleines Nagethier, das man auf den Feldern vom Elsaß an bis nach Sibirien antrifft, und das dem Ackerbaue so bedeutend schadet, macht sich eine unterirdische Wohnung, die immer zwei Ausgänge hat, wovon der eine in schiefer Richtung läuft und dem Thiere dazu dient, durch denselben den Erdschutt nach außen zu werfen, während der andere eine senkrechte Richtung nimmt,

Fig. 99. Der Hamster (Cricetus).

und der Weg ist, durch welchen es ein und ausgeht. Diese Gänge führen zu einer gewissen Anzahl kreisrunder Gruben oder Höhlen, welche mittelst horizontaler Gänge miteinander in Verbindung stehen; die eine dieser Zellen, die eine Niederlage von getrockneten Kräutern einschließt, dient als Wohnung für den Hamster; die andern sind Magazine für seine Mundvorräthe, die er in sehr beträchtlichen Quantitäten aufhäuft.

Einige bei den Zoologen unter dem Namen Maurer- oder Miniérspinne (Cteniza cæmentaria) bekannten Spinnen führen Arbeiten aus, die denen des Hamsters ähnlich, aber noch complizirter sind, denn sie bauen sich nicht bloß eine geräumige und bequeme Wohnung, sondern sie wissen auch die Oeffnung derselben mit Hülfe einer eigentlichen Thüre, die ein Scharnier hat, zu schließen (Fig. 100). Zu diesem Zwecke gräbt die Miniérspinne in eine lehmartige Erde ein cylinderförmiges Loch von ungefähr acht oder zehn Centimeter Länge und überzieht die Wandungen derselben mit einem sehr zähen Mörtel, versertigt dann aus abwechselnden Schichten von Erdmörtel und Fäden, die zu einem Gewebe vereinigt werden, einen Deckel, der genau auf die Oeffnung ihres Loches paßt und sich nur auswärts öffnen kann; das Scharnier dieser Thüre ist aus einer Fortsetzung der Fadenschichten gebildet, die sich von einem Punkte ihres Randes nach den Wänden der darunter liegenden Röhre begeben und einen Wulst bilden, der den Dienst einer Thüreinfassung thut; die äußere Oberfläche dieses Deckels ist rauh, und seinem Aussehen nach kaum von der umgebenden Erde verschieden, dagegen ist seine innere Oberfläche glatt; in der Wohnung einer dieser Maurerspinnen gewahrt man auf der dem Scharnier entgegengesetzten Seite eine Reihe kleiner Löcher, in die das Thier seine Krallen einsetzt, um den Deckel nieder zu halten, wenn irgend ein Feind ihre Wohnung mit Gewalt zu öffnen sucht.

Fig. 100. Das Nest der Maurerspinne (Cteniza cæmentaria).

Auch bei den Insekten sieht man viele interessante Prozesse, die instinktmäßig zur Construktion einer Wohnung dienen. Viele Raupen wissen sich ein Obdach zu bauen, indem sie Blätter zusammenrollen und sie mit Fäden zusammenheften. Bei jedem Schritte begegnen wir in unsern Gärten auf den Springen, den Johannisbeersträuchern ꝛc. Nestern dieser Art; auf eine solche Weise ist auch dasjenige gebildet, das sich auf der Eiche (Fig. 101) findet und der Raupe eines kleinen Nachtfalters, nämlich der Tortrix viridana, angehört. Andere Insekten bauen sich Hüllen oder Scheiden aus Bruchstücken von Blättern, aus den Fäden gewobener Zeuge oder aus irgend einem andern Stoff, den sie künstlich zusammenzufügen wissen; ein solches Insekt ist die Kleidermotte (Tinea sarcitella), ein kleiner silbergrauer Schmetterling, der sich im Raupenzustande Gänge in das Innere der Wollenzeuge gräbt, indem er diese schnell zernagt. Aus den losgetrennten Fadentrümmern macht er sich sodann eine Art Schlauch, welchen er beständig verlängert; merkwürdig ist es, daß wenn er allzu dick wird, um noch bequem in dieser Wohnung bleiben zu können, er diese Scheide spaltet und sie dadurch erweitert, daß er ein Stück einsetzt.

Fig. 101. Das Nest der Tortrix viridana.

Endlich ist noch zu bemerken, daß gewisse Thiere, welche die Bestimmung haben, zu jeder kalten Jahreszeit in einen Zustand von Lethargie überzugehen, nicht bloß den Instinkt besitzen, sich einen Sicherheitsort zu suchen und ein weiches Nest zu bauen, sondern auch den Eingang zu ihrer Wohnung verschließen, wenn die Zeit ihres Winterschlafes herannaht, gerade als ob sie voraussehen könnten, daß sie lange Zeit nicht mehr nöthig hätten, auszugehen und daß, wenn ihre Thüre geöffnet bliebe, diese der Kälte und gefährlichen Feinden den Zutritt gestatten würde. Thiere dieser Art sind z. B. die Murmelthiere, die man auf den Alpen findet und die von den kleinen Savoyarden in unsern Straßen herumgetragen werden.

§. 325. Eine weitere Klasse instinktartiger Fähigkeiten, welche bald, wie die vorhergehenden, die Erhaltung des Individuums zum Gegenstande haben, bald dazu bestimmt sind, den Jungen günstige Bedingungen für ihre Existenz zu sichern, und welche sich in dem einen und andern Falle fast immer auf eine innige Weise an den Instinkt der Geselschaftlichkeit anschließen, bestimmt gewisse Thiere, lange Reisen zu unternehmen und sogar öfters ein anderes Klima aufzusuchen. Zuweilen verlassen diese Wanderthiere einen Bezirk bloß alsdann, wenn sie alle Hülfsquellen desselben erschöpft haben, und suchen sich in einer benachbarten Gegend zu ernähren. Manchmal ist es auch die Kälte der Winter, die sie dem Süden zutreibt, oder ist es die allzu starke Hitze, die sie veranlaßt, allmählich gegen den Norden zu ziehen; in den meisten Fällen aber gesehen ihre Wanderungen vor jeder atmosphärischen Veränderung, die dieselben erklären könnten; auch treibt sie ihr Instinkt an, nicht Schritt vor Schritt ihren Bezirk zu verlassen, sondern ihre Richtung sogleich ohne alles Zögern nach derjenigen Gegend hin zu nehmen, wohin sie sich begeben sollen. Fast immer sieht man zu der Zeit, wo sie diese Reisen unternehmen, eine große Anzahl Individuen sich zu Truppen vereinigen, um in Gesellschaft zu ziehen.

Die Affen, die in so großer Anzahl in den Wäldern der neuen Welt leben, geben uns ein Beispiel von dieser Neigung, den Aufenthalt unregelmäßig zu verändern. Haben sie einen Bezirk verheert, so steht man sie in zahlreichen Banden, von einem Baumaste zum andern springend, irgend einen andern, an Früchten reichen Ort aufsuchen; ist ihnen die Noth auch in ihre neue Niederlassung nachgefolgt, so suchen sie ihr Heil wo anders, die Mütter ihre Jungen auf dem Rücken oder in den Armen tragend, und die ganze Truppe sich lärmender Freude überlassend.

Noch merkwürdigere Reisen, als die vorigen, und die ebenfalls nichts Periodisches an sich haben, werden von den Lemmingen unternommen, ohne daß man bis jetzt die Ursache ihrer Wanderungen entdecken konnte. Diese Thiere, welche den Ratten in Vielem ähnlich sind, bewohnen die Ufer des Eismeeres und kommen zuweilen von den Gebirgen in unzähligen Truppen herab. Sie rücken in gedrängten Colonnen vorwärts, und verfolgen dabei stets eine gerade Linie, ohne sich durch die größten Hindernisse zur Umkehr bestimmen zu lassen, indem sie durch Schwimmen über die Flüsse setzen, und die Wohnungen oder Felsen, die sie nicht zu erklettern vermögen, umgehen. Sie wandern auf diese Weise besonders bei Nacht; viele gehen unterwegs zu Grunde, und dessen ungeachtet ist ihre Zahl noch so groß, daß sie überall, wo sie sich zeigen, unermeßlichen Schaden anrichten, denn sie zerstören auf ihrem Zuge alle und jede Vegetation, wobei sie sich nicht damit begnügen, das

Gras bis auf seine Wurzeln zu zerstören, sondern auch noch den Boden durchwühlen, um die Körner, die sich darin finden, hervorzusuchen. Diese Lemmingswanderungen sind eine wahre Geißel für Norwegen und Lappland; doch finden sie glücklicherweise in der gleichen Gegend nicht mehr als einmal in zehn Jahren Statt.

In der Regel werden die Wanderungen der Thiere periodisch gemacht und entsprechen den Veränderungen der Jahreszeiten. So verlassen z. B. in jedem Frühjahre Legionen, dem Lemming sehr nahe verwandter kleiner Nager, nämlich die Erdmäuse, die man auch zuweilen Erdratten oder Scheermäuse (Hypudeus terrestris) nennt, Kamtschatka und nehmen ihre Richtung nach Westen; sie marschiren auf dieselbe Weise wie die vorigen, und durchlaufen Hunderte von Meilen, und sind so zahlreich, daß, wenn sie gegen die Mitte des Monats August an den Ufern des Ochotsks und des Judoma ankommen, nachdem sie einen Weg von mehr als 25 Längegraden zurückgelegt haben, oft eine einzige vorbeiziehende Colonne mehr als zwei Stunden lang dauert. Im Monat Oktober kehren sie wieder nach Kamtschatka zurück, und dann ist ihre Rückkehr ein Freudefest für das Land, denn gewisse Reisethiere, welche ihren Zug begleiten, liefern den Jägern dieser unfruchtbaren Gegenden Pelzwerk in reichlichem Maße. In der Nachbarschaft des Cays der guten Hoffnung und in den mitternächtlichen Theilen Amerika's begegnet man im Frühjahre und Herbste unzähligen Heerden von Antilopen und Hirschen, die auf große Entfernungen auswandern. Doch besonders in der Klasse der Vögel sind die Beispiele von diesem Instinkte zahlreich und merkwürdig. Eine große Anzahl dieser Thiere zieht periodisch von Europa nach Afrika und kommt wieder von Afrika nach Europa zurück, und dies mit einer so großen Regelmäßigkeit, daß gleichsam der Tag bestimmt ist, wo sie ankommen und wo sie abgehen. So verlassen uns die Schwalben, die sich bei uns zu Anfang des Monats April zeigen, im Herbste. Man bemerkt alsdann, wie sich diese Vögel zu zahlreichen Schaaren versammeln und ihre Richtung nach dem Süden nehmen. Angelangt an den Ufern des mittelländischen Meeres, versammeln sie sich auf irgend einem hohen Punkte, und nachdem sie eine Zeitlang auf einen günstigen Augenblick gewartet haben, gehen sie miteinander ab, und überschreiten das Meer in zahllosen Schaaren. Man begegnet ihnen manchmal fern vom Lande; setzen zuweilen entgegengesetzte Winde ihrer Reise ein Hinderniß entgegen, so sieht man sie auf dem Tauwerke der Schiffe sich niedersetzen; es scheint sogar, daß sie bis zum Senegal gelangen, um daselbst zu überwintern. Die Wachteln sind gleichfalls ihres Wanderriebs wegen bekannt; auch sie ziehen nach Afrika und Kleinasien, um die strengen Winter unserer Klimate zu vermeiden; so kommen auch verschiedene Vögel des Nordens an unsere Flüsse herab, wenn sie die Kälte von den Polargegenden treibt, wohin sie wieder im kommenden Frühjahre zurückkehren.

Endlich findet sich der Trieb zur Wanderung auch noch unter den Fischen und Insekten; frappante Beispiele in Beziehung auf die ersteren liefern uns der Häring, der Thunfisch, der Lachs ꝛc., und hinsichtlich der letzteren: die Grashüpfer, eine Art Landheuschrecke.

§. 326. Die Instinkte, welche die Natur den Thieren gab, um sie damit in den Stand zu setzen, die Erhaltung ihrer Jungen zu sichern, sind eben so mannigfaltig und eben so interessant, als diejenigen, mit deren Hülfe diese Wesen Vorsorge für ihre eigenen Bedürfnisse treffen. Der innere Impuls, der die Vögel bestimmt, wochenweise beinahe unbeweglich auf ihren Eiern sitzen zu bleiben, der ihnen zum Voraus und mit so vieler Kunst eine Wohnung zum Schutze ihrer Jungen bauen lehrt, und der sie antreibt, über das Wohl ihrer jungen Familie zu wachen; ferner der Trieb, der den Insekten lehrt, den Platz zu wählen, wo sie ihre Eier niederlegen sollen, damit die daraus entstehenden Larven in ihrem Bereich die ihnen nöthige Nahrung finden können, oder der einige dieser Thiere antreibt, ihre Sorgfalt an Jungen zu verschwenden, die von einer fremden Mutter herrühren; endlich der Instinkt, der einige Vögel und gewisse vierfüßige Thiere in der Erziehung leitet, die sie ihren Jungen geben; diese Fähigkeiten und die Erscheinungen, die daraus hervorgehen, werden immerdar unsere Seele mit Erstaunen und Bewunderung erfüllen und uns mit einer größern Beredsamkeit, als es Worte zu thun vermögen, unterrichten, wie weit die schöpferische Macht über Allem sein muß, was der Mensch sich einbilden oder begreifen kann. Doch wird die Bewunderung, welche in uns diese unbekannten Kräften hervorbringen, die bei den Thieren die Ursache so vieler überraschender Handlungen sind, vielleicht noch durch diese übertroffen, welche uns die gleichfalls angeborene Zuneigung einflößt, die beim menschlichen Geschlechte eine Mutter hat, sich so ganz dem Wohle ihrer Kinder zu weihen, und welche sich auch, obgleich in geringerem Grade, bei einer ziemlich großen Anzahl Thiere findet.

§. 327. Eine derjenigen Erscheinungen, die am geeignetsten sind, uns eine deutliche Vorstellung von dem Instinkte zu geben, ist die, welche uns von verschiedenen Insekten dann dargeboten wird, wenn sie ihre Eier legen. Diese Thiere werden niemals ihre Jungen sehen, und können also keinen Begriff von dem erhalten haben, was aus ihren Eiern werden wird, und dennoch haben sie die sonderbare Gewohnheit, zur Seite eines jeden Eis geeignete Nahrungsmittel für die Ernährung der daraus entstehenden Larve zu legen, und dies geschieht selbst in dem Falle, daß die Ernährungsweise derselben gänzlich von der ihrigen abweicht, und die niedergelegten Nahrungsstoffe für sie selbst zu nichts gut sein würden. Kein Nachdenken oder Ueberlegen leitet sie bei dieser Handlung, denn hätten sie das Vermögen zu schließen, so würden ihnen die Thatsachen hiezu fehlen, und als Blinde müßten sie nothwendig handeln; doch ersetzt ihr Instinkt den Mangel an Verstand und Erfahrung, und lehrt sie, genau das zu thun, was ihnen zur Erreichung ihres Zweckes zukommt.

Die Todtengräber (Necrophori) (Fig. 102), denen man ziemlich häufig auf unsern Feldern begegnet, bieten uns ein Beispiel von dieser Instinktsart dar; denn wenn das Weibchen ihre Eier legen will, so sorgt es dafür, daß der Cadaver eines Maulwurfs oder irgend eines kleinen vierfüßigen Thieres vergraben wird, alsdann legt es seine Eier darauf, so daß sich die Jungen von ihrer Geburt an von den Stoffen, die für ihre Ernährung die geeignetsten sind, umgeben finden, denn sie leben, wie ihre Mutter, vom Aase. Aber noch merkwürdiger ist es, ein Insekt, das ausschließlich an vegetabilische

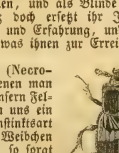


Fig. 102. Der Todtengräber (Necrophorus).

Fig. 103. Die Holzbiene (Xylocopa).

Nahrung gewiesen ist, auf ebengenannte Weise eine animalische Nahrung für seine Nachkommenschaft zubereiten zu sehen, wenn seine Jungen im Larvenzustande Fleischfresser sind. Mit einem solchen Instinkte sind z. B. die Holzbienen (Fig. 103), die mit den Wespen verwandt sind, begabt. Wenn sie erwachsen sind, leben sie auf Blumen, ihre Larven dagegen sind Fleischfresser, und immer versieht sie ihre Mutter mit der passenden Nahrung, indem sie neben ihre Eier in einem besonders zu diesem Zwecke bereiteten Neste (Figur 104) den Körper irgend einer Spinne oder Raupe legt, die sie wahrscheinlich mit ihrem Stachel durchbohrt hat.

Fig. 104. Das Nest der Holzbiene.

§. 328. Besonders in der ersten Zeit des Lebens sind die Thiere schwach und bedürfen eines Schutzes gegen die Unbeständigkeit der Luft und gegen die Angriffe ihrer Feinde; zu diesem Zwecke hat die Natur hauptsächlich auch ihren Eltern den Bauinstinkt gegeben. Die Anzahl der Thiere, die, wenn sie erwachen sind, sich zu ihrem eigenen Gebrauch eine Wohnung bauen, ist sehr gering, im Vergleich zu der Zahl derjenigen, die für ihre Jungen ein weiches und sicheres Nest construiren. Nichts ist bei den Vögeln gewöhnlicher als dies, und nicht ohne Interesse kann man der Beharrlichkeit, womit diese Thiere ein Stückchen nach dem andern von den zur Verfertigung ihrer Nestern bestimmten Materialien herbeitragen, und der Kunst zusehen, mit der sie dieselben zusammenfügen; sowohl die Form als die Structur dieser Wohnungen bleibt für die Vögel einer und derselben Art stets die gleiche, variirt aber bedeutend von einer Art zur andern und paßt immer vollkommen gut für die Umstände, in denen zu leben die junge Familie bestimmt ist; bald sind diese Nester auf die Erde, und zwar auf eine grobe und einfache Art gebaut, bald sind sie an den Wänden eines Felsen oder einer Mauer angeklebt, aber in der Regel ist ihr Platz zwischen

Fig. 105. Das Nest vom Stieglitz (Fringilla Carduelis).

den Zweigen der Bäume; die meisten haben eine Halbkugelform und gleichen einem kleinen abgerundeten und etwas erweiterten Korbe, dessen Wände aus Grashalmen oder biegsamen Stängelchen gebildet sind, und dessen Inneres mit Moos oder Flaumfedern belegt ist (Fig. 105); doch zuweilen ist ihr Bau complicirter. Eines der merkwürdigsten Nester ist das des Webervogels (Ploceus), eines kleinen indianischen Vogels, der unserem Gimpel ziemlich nahe steht; das Nest hat die Form einer Flasche (Fig. 106), und ist an einem Baumzweige aufgehängt, der so biegsam ist, daß weder die Affen, noch die Schlangen, noch

Fig. 106. Das Nest des Webervogels (Ploceus).

selbst die Eichhörnchen dahin gelangen können; um aber seinen zahlreichen Feinden den Zutritt noch mehr zu erschweren, macht dieser Vogel seinen Eingang unten hinein, so daß er selbst nur fliegend in dasselbe schlüpfen kann. Er baut seine Wohnung aus langen Gräsern; man findet darin mehrere Kammern, wovon die eine für das Weibchen zum Ausbrüten seiner Eier dient, während eine andere von dem Männchen bewohnt ist, welches seine Gefährtin, während sie ihre Mutterpflichten erfüllt, mit seinem Gesange erheitert. Ein anderes gleichfalls interessantes Nest ist das eines kleinen orientalischen und mit unsern Grasmücken verwandten Vogels, nämlich der Sylvia sutoria, die mittelst Baumwolle, die sie auf der Baumwollestaude holt und mit ihrem Schnabel und ihren Füßen zu einem Faden spinnt, die ihre Wohnung umgebenden Blätter zusammennäht und es auf diese Art vor ihren Feinden versteckt (Fig. 107).

Fig. 107 Das Nest der Sylvia sutoria.

Man kennt sogar einige Fische, die ein einfaches grobes Nest bauen, um ihre Eier darein zu legen; doch unter allen niedern Thieren sind es die Insekten, die bei der Verfertigung einer Wohnung für ihre Jungen am meisten Fleiß und Instinkt an den Tag legen. Wenn wir von den Arbeiten sprechen, die einige dieser Thiere in Gemeinschaft ausführen, so werden wir Gelegenheit haben, die Nester der Bienen und Wespen zu beschreiben; hier wollen wir uns begnügen, ein einziges Beispiel von den Bauten anzuführen, die gewisse einsam wohnende Insekten für ihre Eier aufrichten.

Eines der merkwürdigsten unter diesen letzteren ist die Holzbiene (Xylocopa violacea) (s. Fig. 103 u. 104), ein großes Insekt mit schwarzem Körper und dunkelblauen Flügeln, welches zu der nämlichen Familie, wie die eigentliche Biene, gehört und in Frankreich nicht selten ist. Dieses Thier gräbt in das Holz der Spaliere und Pfähle eirunde Löcher, welche zuerst eine schiefe Richtung in ihrem Verlaufe nehmen, dann sich abwärts krümmen und in einer Länge von 30 bis 40 Centimeter senkrecht abwärts steigen; wenn die Holzbiene auf diese Weise das Holz ausbohrt,

hat sie die Vorsicht, die abgelösten Späne in einen Haufen zusammen zu lesen; ist ihr Gang ausgegraben, so bedient sie sich dieses Materials, um damit Transversalscheidewände zu construiren und um das Ganze in eine gewisse Anzahl geschlossener Zellen zu theilen. Diese Zellen sind unter sich ähnlich, und ehe das Insekt sie schließt, legt es in jedes ein Ei, sowie auch ein kleines Häufchen Blumenstaub, den es auf den benachbarten Blumen geholt hat und der zur Ernährung der künftigen Larve dient (s. Fig. 104).

§. 329. Die Beziehungen, die zwischen den Thieren einer und derselben Art oder zwischen den Thieren verschiedener Arten herrschen müssen, sind ebensowohl durch natürliche Instinkte geregelt, als durch die Verrichtungen, die sich auf die Erhaltung der Individuen oder auf die Erhaltung ihres Geschlechts (race) beziehen. Bald leben diese Geschöpfe einsam und dulden zuweilen selbst in ihrer Nachbarschaft kein Thier ihrer Art, bald sieht man sie zu zahlreichen Trupps sich vereinigen und selbst Gesellschaften bilden, in welchen alle Glieder zur allgemeinen Vertheidigung mitwirken und die Frucht ihrer Arbeit miteinander theilen. Diese Unterschiede sind nun nicht zufällig; alle Individuen einer und derselben Art haben eine gleiche Lebensweise und offenbar ist es der Instinkt, der die einen antreibt, sich gegenseitig zu fliehen, und die andern veranlaßt, mit einander in Gesellschaft zu leben.

Die durch die Thiere gebildeten Associationen sind bei den einen zeitweise, bei den andern permanent. Diejenigen, welche weniger als jede andere einen wahren Instinkt zur Gesellschaftlichkeit anzeigen, sind die gleichsam zufälligen Vereinigungen, die gewisse Raubthiere, wie die Wölfe und die Hyänen, bilden, um irgend einen Akt des Raubes oder der Rache auszuführen. Diese Thiere, die so lange einsam bleiben, als ihre individuellen Kräfte ihnen gestatten, für ihren Unterhalt zu sorgen, vereinigen sich bandenweise und jagen miteinander, sobald der Mangel bei ihnen fühlbar wird, oder wenn sich irgend eine zahlreiche Beute in ihrer Nachbarschaft zeigt; ist aber der Zweck, den sie sich vorsetzten, erreicht, so zerstreuen sie sich, oder gerathen mit einander selbst in Streit.

Auf diese Weise versammeln sich auch viele Wanderthiere, um den Weg miteinander zu machen, und zerstreuen sich, wenn sie an ihrem Bestimmungsort angelangt sind; allein diese Vereinigungen geschehen auf eine constantere und regelmäßigere Weise, als die vorhin erwähnten. Als wir von den Schwalben sprachen, führten wir Beispiele davon an; doch sind die Wandertauben, die das nördliche Amerika bewohnen, in dieser Beziehung noch merkwürdiger. Diese Vögel durchziehen auf eine unregelmäßige Weise diesen ausgedehnten Continent und zeigen sich zuweilen in so unermeßlich großen Schaaren, so daß ihre Zahl Alles übersteigt, was man sich nur davon denken mag; man sieht sie zuweilen in gedrängten Colonnen von mehr als einem Kilometer * Breite und 10 bis 12 Kilometer Länge fliegen. Wilson, ein berühmter Naturforscher der vereinigten Staaten Nordamerika's, schätzt die Anzahl der Individuen, aus welchen eine Schaar zusammengesetzt war, die er in der Nähe von Indiana gesehen hat, auf mehr als 2,000,000,000. Ein anderer glaubwürdiger Autor, Audubon, berichtet uns, daß er, als er an einem Herbstage sein Haus zu Henderson an den Ufern des Ohio verließ und über die unbedauten Ebenen bei Hardensburgh schritt, diese Tauben, die ihre Richtung von Nordost nach Südwest nahmen, in beträchtlicherer Zahl als sonst sah; in dem Maße, als er seinen Weg nach Louisville fortgesetzt habe, sei die wandernde Schaar, die über seinem Haupte hinflog, immer und immer zahlreicher geworden. Die Luft, sagte er, war mit diesen Vögeln dergestalt angefüllt, daß das Licht der Mittagssonne wie bei einer Sonnenfinsternis verdunkelt war, und daß die Exkremente wie Schneeflocken herabfielen. Vor Sonnenuntergang kam ich in dem 55 Meilen weit entfernten Louisville an, und die Tauben setzten ihren Weg immer noch in eben so gedrängten Reihen fort; der Zug dieser unermeßlichen Colonne dauerte noch drei Tage lang, und während dieser Zeit war die ganze Bevölkerung in Waffen und damit beschäftigt, auf diese Vögel Jagd zu machen. Sie wählen die Wälder zu ihrer Niederlassung; eine einzige Schaar nimmt alsdann einen ganzen Wald ein, und sind sie daselbst einige Zeit geblieben, so bildet ihr Koth auf dem Boden eine mehrere Zoll tiefe Schichte; in einer Ausdehnung von mehreren tausend Hektares sind die Bäume ganz entblößt und selbst völlig zerstört und nur nach mehreren Jahren verwischen sich die Spuren ihres Aufenthaltes.

Die Fische und Insekten bieten uns nicht weniger merkwürdige Beispiele von diesen ungeheuren Zusammenrottungen dar. Die wandernden Heuschrecken oder Zugheuschrecken sind seit langer Zeit durch die Verheerungen berüchtigt, die sie anrichten, wenn sie, zu zahllosen Legionen vereinigt, gewisse Gegenden Afrika's und Asiens durchziehen und auf ihrem Zuge Alles auffressen; und in den nordischen Meeren zeigen sich die Häringe in so großer Menge, daß sie dadurch der Gegenstand des wichtigsten Fischfanges werden. Man trifft sie aufeinander gedrängt und auf diese Art ganze Bänke bildend an, die öfters eine Tiefe von mehreren hundert Fußen haben, und die Oberfläche des Meeres in einer Ausdehnung von mehreren Meilen bedecken.

§. 330. In andern temporären Versammlungen der Thiere scheint das Band, das die einzelnen Glieder der Gesellschaft miteinander verbindet, nur ihre gemeinsamen Belustigungen zu sein. So sah der Reisende Levaillant in der Nähe vom Cap der guten Hoffnung jeden Abend zur nämlichen Stunde ganze Wolken einer besondern Art Papagayen (der Psittacus infuscatus) sich mit einem großen Geräusche versammeln und ihre Richtung nach irgend einer klaren Wasserquelle nehmen, um sich darin zu baden; hier trieben diese lustigen Thiere unter einander Scherze, stießen sich ins Wasser und wälzten sich am Ufer herum, kehrten alsdann zu den Bäumen zurück, wo sie zuerst ihre Zusammenkunft hatten, machten ihre Federn zurecht, nun war ihre Toilette gemacht, so zerstreuten sie sich wieder, und jedes suchte seinen Ruheort noch vor einbrechender Nacht auf.

Das Bedürfniß der Gesellschaft mit Seinesgleichen scheint auch die Bildung jener permanenten Colonien zu veranlassen, die uns unsere Kaninchen (Lepus cuniculus L.) darbieten, deren Baue miteinander in Verbindung stehen; weitere Beispiele sind die Hunde der nordamerikanischen Auen,* deren zu Gruppen vereinigten Wohnungen den Jägern unter dem Namen Dörfer bekannt sind und zuweilen eine Ausdehnung von mehreren Kilometern haben; sodann die Eintagsfliegen und viele andere Insekten. Doch zeigt sich der Instinkt der Geselligkeit in den Associationen, welche die Ausführung gemeinsamer Arbeiten zum Gegenstand haben, in seiner ganzen Entwicklung, so z. B. in den Colonien der Biber, der Wespen, der Bienen und der Ameisen.

§. 331. Der Biber von Canada (Castor Fiber L.) ist hinsichtlich seiner Geselligkeit und seines Kunsttriebes das merkwürdigste Säugethier. Im Sommer lebt er einsam in seinem Baue, den er sich an den Ufern

* 1 Kilometer = 1000 Meter, 1 Meter = 3 Pariser Fuß 11⅓ Linien 22,482 Par. Fuß = 1 geographische Meile.

* Das mit diesem Namen von den Nordamerikanern bezeichnete Thier ist kein eigentlicher Hund, sondern eine Art Murmelthier aus der Gattung Arctomys.

Fig. 108. Der Biber (Castor Fiber L.)

der Seen und Flüsse gräbt; rückt aber die Jahreszeit heran, die Schnee und Eis mit sich führt, so verläßt er diesen einsamen Ort und vereinigt sich mit Seinesgleichen, um in Gemeinschaft mit ihnen die Winterwohnung zu bauen. Es sind die einsamsten Gegenden Nordamerika's, wo die Biber, oft in 200 bis 300 Individuen starken Heerden, ihren Bautrieb entwickeln. Zum Baue ihrer neuen Wohnungen wählen sie einen See oder einen ziemlich tiefen Fluß, der niemals bis auf den Grund hinab zugefriert; in der Regel geben sie fließenden Gewässern den Vorzug, um sich derselben zum Transport der nöthigen Baumaterialien bedienen zu können. Um das Wasser in einer gleichen Höhe zu erhalten, fangen sie mit dem Baue eines abgedachten Dammes an, welchem sie stets die Form eines Bogens geben, dessen convexe Seite gegen die Strömung gekehrt ist; sie machen ihn aus zusammengeflochtenen Aesten, deren Zwischenräume sie mit Steinen und Schlamm ausfüllen, und überziehen ihn außen mit einem dicken und festen Ueberzug. Dieser Damm, der gewöhnlich an seiner Grundlage elf bis zwölf Fuß Breite hat, und alle Jahre durch neue Arbeiten vergrößert wird, bedeckt sich oft mit einer üppigen Vegetation, und bildet sich endlich in eine Art Hecke um. Ist der Damm vollendet, oder ist er bei stehendem Wasser nicht nothwendig, so theilen sich die Biber in eine gewisse Anzahl Familien ab und beschäftigen sich mit dem Baue der Hütten, die sie zu bewohnen haben, oder mit der Ausbesserung derjenigen, die ihnen schon das vorhergehende Jahr zur Wohnung gedient hatten. Diese Hütten werden am Ufer aufgeschlagen und gegen den Damm gestützt und haben fast eine eirunde Form; ihr innerer Durchmesser beträgt sechs bis sieben Fuß und ihre, auf gleiche Weise, wie der Damm, aus Baumästen gebauten Wände sind auf zwei Seiten mit einem Schlammüberzuge bedeckt. Man findet darin zwei Stockwerke: das obere, trockene, ist zur Wohnung der Biber bestimmt; das untere, unter dem Wasser gelegene, dient als Magazin für die Rindenvorräthe; sie communiciren nach außen bloß mittelst einer unter dem Wasser gelegenen Oeffnung. Man war häufig der Meinung, daß der ovale Schwanz der Biber bei dem Bau ihrer Wohnungen gleichsam als Maurerkelle gebraucht werde; es scheint indessen, daß sie zu diesem Zwecke nur ihre Zähne und Vorderfüße gebrauchen. Mit ihren starken Schneidezähnen schneiden sie die ihnen nöthigen Baumäste und selbst Baumstämme ab, die sie sodann mit ihrem Munde und ihren Vorderfüßen mit fortschleppen. Gründen sie an den Ufern eines fließenden Wassers ihre Niederlassung, so bauen sie das Holz dazu oberhalb der Stelle ab, die sie als Bauplatz bestimmt haben, setzen es als Floß ins Wasser und treiben es unter Benutzung der Strömung des Wassers dahin, wo sie es haben wollen: auch graben sie mit ihren Füßen an dem Ufer oder am Grunde des Wassers die ihnen dienliche Erde aus. Uebrigens machen sie diese Arbeiten, die mit einer außerordentlichen Schnelligkeit ausgeführt werden, nur während der Nacht. Wenn die Nachbarschaft des Menschen die Biber verbindert, sich hinlänglich stark zur Bildung zahlreicher Gesellschaften zu vermehren und die ihnen zur Ausführung der erwähnten Arbeiten nöthige Ruhe zu haben, so bauen sie sich keine Hütten mehr; allein der Instinkt zum Bauen erhält sich nichts desto weniger bei ihnen, denn man hat schon beobachtet, wie eines dieser Thiere, das in der Gefangenschaft erzogen wurde, sich aller Holzstücke bemächtigte, die es finden konnte, um sie in den Boden einzuschlagen und Bauten anzufangen, obgleich die Umstände, in denen es sich befand, ihm solche Arbeiten unnütz machten.

Bei den Vögeln sind die eigentlichen Gesellschaften seltener als bei den Säugethieren; doch kennt man eine Sperlingsart, die Loxia socia, die in zahlreichen Schaaren in den Umgebungen des Caps der guten Hoffnung lebt und ihr Nest (Fig. 109) unter eine der

Fig. 109 Das Nest der Loxia socia.

ganzen Colonie gemeinsamen Decke bauen. Die merkwürdigsten Beispiele eines solchen Instinkts findet man aber in der Insektenklasse, und die daraus hervorgehenden gemeinschaftlichen Bauten bieten das größte Interesse dar. Auf diese Weise sind die Wespennester gebaut, welche uns sowohl wegen ihrer Regelmäßigkeit als wegen ihrer Vollkommenheit überraschen; um sie zu bauen, lösen die Wespen mit ihren Kinnbacken von altem Holze kleine Spänchen ab, die sie in eine Art Kuchen verwandeln, der dem Carton ähnlich ist, bedienen sich sodann dieser Materials zur Bildung ganzer Reihen sechsseitiger Zellen; diese Kuchen oder Waben liegen unter sich in einer bestimmten Entfernung parallel, und sind je von einem Raume zum andern durch kleine Säulen vereinigt, die zugleich als Stützen dienen; das Ganze liegt bald frei in der Luft, bald in der Höhlung eines Baumes oder selbst in der Erde und findet sich nach den verschiedenen Wespenarten entweder nackt oder in einer gemeinschaftlichen Hülle eingeschlossen (Fig. 110).

§. 332. Die Gemeinschaftlichkeit in den Arbeiten ist einer der merkwürdigsten Züge in der Lebensweise der Bienen; aber diese Insekten bieten uns auch noch ein Beispiel von einem andern Instinkt dar, der gewisse Akte hervorruft, die für die Beobachtung nicht weniger interessant sind und gleichfalls der Klasse der Erscheinungen angehört, mit denen wir uns in diesem Augenblick beschäftigen; dies ist nämlich der Instinkt, welcher die Beziehungen zwischen den Arbeitsbienen und ihrer Königin regelt.

Fig. 110 Ein Wespennest.

Die eigentlichen Bienen oder Honigbienen, welche aus Griechenland zu stammen scheinen und nach Europa, dem nördlichen Afrika und Nordamerika gebracht worden sind, leben in Colonien, jede aus zehn- bis dreißigtausend Arbeitsbienen oder Sterilen (neutra), aus sechs- bis achthundert Männchen oder Drohnen, und gewöhnlich aus einem einzigen Weibchen zusammengesetzt, welches unumschränkt zu herrschen scheint und den Namen Königin (Weisel) erhalten hat; sie errichten ihre Wohnung in irgend einer Höhle, z. B. in dem Loche eines alten Baumes oder in einer Art Hütte, welche ihnen die Landwirthe machen und welche Bienenkörbe genannt werden. Die Arbeitsbienen führen alle für die Existenz und das Wohl der Gesellschaft erforderlichen Arbeiten aus. Die einen, die sogenannten Wachsbienen (Fig. 111), haben für das Eintragen der Nahrungsmittel und für die Baumaterialien, so wie für die Aufrichtung der Bauten zu sorgen; die andern, die ihrer Verrichtung wegen die Ernährerinnen genannt werden, beschäftigen sich fast ausschließlich mit der innern Haushaltung und der Ernährung der Jungen.

Fig. 111. Die Arbeitsbiene.

Die auf die Ernte ausgegangene Arbeitsbiene schlüpft in eine vollständig geöffnete Blume, deren Staubfäden mit dem Blumenstaube oder Pollen bedeckt sind. Dieser Blumenstaub hängt sich an die ästigen Haare, womit ihr ganzer Leib bedeckt ist; reibt sich das Insekt mit den Bürsten, womit seine Hinterfüße besetzt sind (Fig. 112), so sammelt es denselben zu Klümpchen an, die es in den Körbchen oder den auf der innern Fläche ihrer Hinterfüße vertieften Taschen ansammelt. Mit Hülfe ihrer Kinnbacken lösen die Arbeitsbienen an der Oberfläche der Pflanzen auch einen Harzstoff, das Bienenharz, ab und füllen damit ihre Körbchen an. So beladen, kehren diese Bienen zu ihrer gemeinschaftlichen Wohnung zurück; sobald sie dort angekommen sind, entledigen sie sich ihrer Bürde, um entweder wieder zum Aufsuchen neuer Mundvorräthe zurückzukehren oder die bereits gesammelten anzuwenden. Die innern Arbeiten sind complizirter: Zuerst verstopfen die Bienen mit dem Harz alle Spalten ihrer Wohnung und lassen an derselben nur eine einzige kleine Oeffnung; dann beschäftigen sie sich mit dem Baue der Waben, die für die Jungen als Nest und als gemeinschaftliche Vorrathskammern dienen. Diese Waben sind aus Wachs, einem Stoffe, der sich auf verschiedenen Pflanzen findet, und von den Bienen durch besondere, unter den Bauchringen gelegene Organe ausgeschieden wird. Sie sind aus zwei Lagen sechsseitiger Zellen zusammengesetzt, die eine pyramidale Grundfläche haben, aneinander gereiht und an einer ihrer Seiten senkrecht aufgehängt sind. Gewöhnlich sind sie an das Gewölbe des Korbes befestigt und immer auf solche Weise parallel aneinander gereiht, daß sie leere Räume zwischen sich lassen, durch welche die Bienen leicht hindurchschlüpfen können. Die Zellen liegen also, wie man sieht, horizontal und sind an ihrem einen Ende offen; die Arbeitsbienen façonniren dieselben mit Hülfe ihrer Kinnbacken: zuerst schneiden sie die Seiten derselben Stück für Stück zu, und fügen sie hierauf mit einer bewunderungswürdigen Genauigkeit zusammen. Die meisten dieser Zellen haben ganz gleiche Dimensionen und dienen zur Beherbergung der gewöhnlichen Larven, oder werden Magazine; indessen gibt es auch einige darunter, welche die Bestimmung haben, die weiblichen Larven einzuschließen, und aus diesem Grunde Königszellen heißen; diese sind dann viel größer und fast cylindrisch. Haben sich die Bienen einer reichen Ernte an Blumenstaub und Honig zu erfreuen gehabt, so legen sie ihren Reichthum in einigen der gewöhnlichen Zellen, sei es nun für die tägliche Consumtion, oder sei es für die künftigen Bedürfnisse, nieder. Auch haben sie die Vorsicht, die den Honigvorrath enthaltenden Zellen mit einem Deckel von Wachs zu verschließen, und droht irgend ein Zufall, ihre Constructionen zu zerstören, so wissen sie Säulen und Strebepfeiler aufzurichten, um den Sturz der Waben zu verhindern. Die Männchen nehmen, wie bereits erwähnt, an allen diesen Arbeiten keinen Antheil, und wenn sie für die Gesellschaft von keinem Nutzen mehr sind, so werden sie von den Arbeitsbienen mit den Stacheln durchbohrt und auf diese Weise getödtet. Diese Schlacht (Drohnenschlacht genannt) dauert vom Monat Juni bis August und dehnt sich sogar auf die Larven und Puppen der Drohnen aus. Das Weibchen bleibt gleichfalls dem thätigen Leben der Arbeitsbienen fremd; doch weil von ihrer Fruchtbarkeit das Gedeihen des Schwarmes abhängt, so wird es immer sorgfältig geschont. Sobald es anfängt, Eier zu legen, so wird es für die ganze Colonie ein Gegenstand der Achtung, und es duldet alsdann in seiner Wohnung keine Nebenbuhlerin mehr; begegnet es aber einer, so entwickelt sich alsobald ein Zweikampf auf Leben und Tod; immer sieht sich eine einzige als Königin in jedem Schwarme, wie groß auch die Menge der denselben bildenden Individuen sei. So lange die junge Königin noch in ihrer Wohnung eingeschlossen bleibt, legt sie keine Eier; ist aber das Weiter schön, so steigt sie wenige Tage nach ihrer Geburt aus, und erhebt sich mit den Drohnen bis zu einer Höhe, wohin man sie nicht mit dem Auge verfolgen kann; sie kehrt jedoch bald wieder zurück, und sechsundvierzig Stunden nachher fängt sie an, Eier zu legen, die sie nebeneinander in besonders zu diesem Zwecke bereiteten Zellen niederlegt. Im ersten Sommer sind diese Eier nicht sehr zahlreich und nur aus Arbeitsbieneneiern zusammengesetzt; den Winter über legt sie keine; sobald sich aber die Rückkehr des Frühlings bemerken läßt, wird die Fruchtbarkeit der Bienenmutter außerordentlich

Fig. 112. Ein Hinterfuß der Biene.

groß: in einem Zeitraum von ungefähr drei Wochen legt sie gewöhnlich mehr als 12,000 Eier. Erst im ersten Monat dieses Daseins fängt sie an, neben den Arbeitsbieneneiern auch Drohneneiern zu geben, und ein wenig später kommen auch solche, woraus Weibchen entstehen. Drei oder vier Tage nach dem Legen brechen die Eier auf, und schlüpft eine kleine weiße Larve aus, welche, da sie noch der Süße beraubt ist, ihr Nest nicht verlassen und sich Nahrung suchen kann. Für das letztere ist jedoch gesorgt, denn die Arbeitsbienen sorgen in reichlichem Maße für die Befriedigung ihrer Bedürfnisse, indem sie ihr eine Art Brei darreichen, deren Eigenschaft je nach dem Alter und dem Geschlechte der Larve variirt, und nähert sich der Augenblick der Umwandlung in eine Puppe, so schließen sie dieselbe in ihre Zelle ein, indem sie an die Oeffnung derselben einen Deckel von Wachs anlegen. Fünf Tage nach der Geburt einer Arbeitsbienenlarve schließen die Ernährerinnen auf besagte Weise die Zelle derselben. Alsdann spinnt sich diese Larve um ihren Körper einen Seidecocon, in welchem sie sich nach Ablauf von drei Tagen in eine Puppe verwandelt; nachdem sie endlich in dieser Form sieben und einen halben Tag geblieben ist, erleidet sie ihre letzte Metamorphose. Die Männchen gelangen erst am einundzwanzigsten Tage nach der Geburt der Larve zur völligen Ausbildung, während die Weibchen ihre letzte Umwandlung schon am dreizehnten Tage erleiden. Der Einfluß, den die Beschaffenheit der Nahrungsmittel, womit die Arbeitsbienen die Larven ernähren, auf die Entwicklung der Bienen ausübt, ist einer der merkwürdigsten Einflüsse; denn durch die Abänderung des Breies, den diese interessanten Ernährerinnen ihren Pfleglingen darbieten, erzielen sie nach Belieben Arbeitsbienen oder Königinnen. Dies läßt sich deutlich sehen, wenn ein Bienenschwarm ihre Königin verloren hat und in den Waben des Korbes sich keine Zelle mit einer weiblichen Larve mehr befindet; in diesem Falle beeilen sich die Bienen, mehrere Arbeitsbienenzellen niederzureißen, um daraus eine Königszelle zu machen, und liefern der darin enthaltenen Larve diejenige Nahrung im Ueberfluß, womit sich die Weibchen nähren; durch diesen einzigen Umstand nun wird die Larve anstatt eine Arbeitsbiene, das sie bei Fortsetzung der gewöhnlichen Ernährungsweise geworden wäre, eine Königin. Ist eine junge Königin mit ihren Metamorphosen zu Ende und hat sie die Ränder ihrer Zellenthüre durchnagt, um aus ihrem Neste schlüpfen zu können, so bemerkt man, wie sich in der ganzen Colonie eine große Aufregung kund thut. Auf der einen Seite verstopfen die Arbeitsbienen mit neuen Quantitäten von Wachs die Oeffnungen, welche durch die Gefangenen gemacht werden, und halten dieselbe in ihrer Zelle zurück; auf der andern Seite sucht sich die alte Königin derselben zu nähern, um sie mit ihrem Stachel zu durchbohren und sich somit einer gefährlichen Nebenbuhlerin zu entledigen; doch ganze Phalanxen von Arbeitsbienen stellen sich dazwischen, um sie daran zu verhindern. Mitten in diesem Tumulte, an dem die ganze Gesellschaft Antheil nimmt, fliegt die alte Königin mit allem Anscheine des Zornes aus dem Korbe, und ein großer Theil der Arbeitsbienen und Drohnen, wovon sie die einzige Gebieterin war, folgt ihr nach. Die jungen Bienen, zu schwach, um auf gleiche Weise auswandern zu können, bleiben in dem Korbe zurück, und ihre Zahl vermehrt sich bald durch das Austrieben derjenigen, die noch bis jetzt im Larven- und Puppenzustand waren. Auch die jungen Königinnen machen sich während dieses Tumultes aus ihren Zellen heraus. Sind es deren mehrere, so schlagen sie sich miteinander, und diejenige, welche nach dem Kampfe allein noch übrig bleibt, wird die Beherrscherin der neuen Gesellschaft. Der Schwarm, der seine Wohnung mit der alten Königin verläßt, zerstreut sich nicht, sondern sucht sich in einiger Entfernung zu einer Gruppe zu vereinigen und eine neue Colonie zu gründen, die alle vorhin erwähnten Arbeiten von Neuem beginnt und ihrerseits nach einer gewissen Zeit einen neuen Schwarm bildet, dessen Austritt durch die gleichen Ursachen, welche die erste Auswanderung veranlaßte, hervorgerufen wird. Ein Korb bildet zuweilen jährlich 3 bis 4 Schwärme; doch sind die letzteren immer schwach. Der Tod der Königin, die Schwäche einer Colonie und die Angriffe ihrer Feinde bestimmen zuweilen die Bienen, sich zu zerstreuen; die Flüchtlinge suchen sich alsdann einen Zufluchtsort in einem glücklichern Korbe; doch sie werden dort unbarmherzig mit Stachelstichen von den Eigenthümern der Wohnung zurückgetrieben, an der sie Theil haben wollten; denn keine fremde, selbst keine isolirte Biene wird in einem Korbe, wo sie nicht geboren worden, aufgenommen. Manchmal greift eine ganze Colonie eine andere an, um deren Magazine zu plündern, und behält die angreifende Partie die Oberhand, so zernichtet sie die besiegte Bevölkerung vollständig und raubt den ganzen Honigvorrath ihrer Schlachtopfer, um denselben in ihrem Korbe niederzulegen.

§. 333. Der Instinkt, welcher die Bienen antreibt, auf diese Weise ihre Nachbarn zu plündern, hat einige Aehnlichkeit mit demjenigen Instinkte, der andere Insekten zu noch auffallenderen Akten veranlaßt, wie z. B. der Raub von Thieren, die einer verschiedenen Art angehören, und die sie zu Sklaven machen; es ist dies eine Gewohnheit, wovon uns die Geschichte der Ameisen ein Beispiel liefert.

Diese kleinen Insekten leben wie die Bienen in zahlreichen, aus Männchen, Weibchen und besonders aus unvollkommenen und sterilen Individuen, die man auch Arbeiter oder Arbeitsameisen nennt, und die man daran erkennt, daß sie keine Flügel, einen dicken Kopf und starke Kinnbacken haben, zusammengesetzt; wie die Arbeitsbienen, so sind auch die Arbeitsameisen mit allen, für das allgemeine Wohl nothwendigen Arbeiten beladen und verfahren darin je nach ihren verschiedenen Arten auf verschiedene Weise. Die einen bauen ihre gemeinschaftliche Wohnung in die Erde, die andern in Holz. Die ersteren graben in die Erde eine Menge Gänge und Kammern, die in verschiedenen Stockwerken liegen; wenn sie die Spreu nach außen schaffen, so erheben sie öfters über ihrem Neste einen kleinen Hügel, worin diese unermüdlichen Arbeiter neue, den darunter liegenden ähnliche Stockwerke graben; zuweilen sieht man sie auch mit Erde Gänge bauen, die die Länge der Stämme solcher Stauden oder Bäumchen, wo diese kleine Insekten ihre Nahrung suchen, aufwärts steigen, und welche diese Insekten bei ihren tagtäglichen Gängen bedecken. Solche Ameisen, die ihre Wohnungen in das Holz bauen, lassen sich in Bäumen nieder, die bereits durch Larven und durch andere Insekten angegriffen und durch Fäulniß mürbe geworden sind. Sie lösen mit ihren Mandibeln kleine Holztheilchen ab und graben in das Innere des Baumes mehrere Stockwerke, welche durch Bögen von einander geschieden sind und durch Pfeiler getragen werden, und welche sie aus unbenagtem Holz oder aus feinen Spänen, die sie mit ihrem Speichel zusammenkneten, bilden. Wenn irgend ein Unfall einen Theil ihres Gebäudes zerstört hat, so sieht man sogleich alle Arbeiter, die dem Unglück entgangen sind, eine außerordentliche Thätigkeit entwickeln, aus den Trümmern die darin Vergrabenen hervorziehen, ihre verwundeten Kameraden in einen sichern Ort schaffen und neue Bauten zu den noch stehen gebliebenen hinzufügen. Weder die Männchen noch die Weibchen nehmen an diesen Arbeiten Theil. Die ersteren verweilen nur kurze Zeit in ihrer Wohnung und kommen

fast sogleich nach ihrem Ausgange aus derselben um; die Weibchen verlassen mit den Männchen den gemeinsamen Wohnort, werden aber, nachdem sie sich von den vorigen getrennt und ihrer Flügel beraubt haben, von den Arbeitsameisen in die Wohnung zurückgeführt und in die abgelegensten Kammern gebracht, wo sie als Gefangene bleiben und von ihren Wächtern ernährt werden. Sobald sie ein Ei legen, wird es von einer Arbeitsameise weggenommen und sorgfältig in eine besondere Kammer getragen. Die zur Erzeugung der Weibchen bestimmten Eier werden nicht in die nämlichen Zellen gelegt, wohin diejenigen kommen, aus denen die Männchen entstehen sollen. Die Larven erfreuen sich von Seiten der Arbeiter einer eifrigen Sorgfalt; eine jede wird durch dieselben mit den ihr zukommenden Säften geäzt; ist das Wetter schön, so sieht man diese thätigen Ernährer ihre Pfleglinge zur Wohnung hinaustragen, um sie den Sonnenstrahlen auszusezen, sie gegen ihre Feinde vertheidigen, bei anbrechendem Abend in ihre Nester zurücktragen und sie in einem außerordentlich reinlichen Zustand erhalten. Die Ameisen sammeln weder für sich selbst, noch für ihre Pfleglinge Vorräthe, sondern jeden Tag gehen sie aus, um die ihnen nöthigen Nahrungsmitteln zu suchen. Während sich ein Theil der Arbeiter mit der Unterhaltung der Bauten und mit neuen Construktionen, die für ihre wachsenden Colonien nothwendig sind, beschäftigen, suchen andere auf den Blumen süße Flüssigkeiten; sie kettern namentlich einen besondern Saft ein, welcher aus dem Leibe der Blattläuse und einiger andern kleinen Insekten aus der Ordnung der Halbflügler schwizt. Gewisse Ameisen geben sich nicht damit zufrieden, das Zuckertröpfchen zu nehmen, das ihnen die Blattlaus überläßt, wenn diese sich durch die Fühlfäden der Ameise gestreichelt fühlt; denn häufig tragen sie diese Insekten in ihre Wohnungen und verpflegen sie darin, wie die Landwirthe ihre Milchkühe. Man hat schon die Bewohner zweier benachbarten Ameisenhaufen sich um ihre Blattläuse streiten und die Sieger diese Gefangenen mit der gleichen Sorgfalt davon tragen sehen, als wären es ihre Larven. Doch ist dieser interessante Instinkt der Fürsorge noch nicht der außerordentlichste Zug ihrer Lebensweise, denn es gibt Ameisen, die, nachdem sie einen Theil ihres Lebens den gewöhnlichen Arbeiten obgelegen sind, das Vergnügen des Müßigganges zu versteben scheinen und mit schönern Ameisenarten Krieg führen, um ihnen die Larven und Puppen wegzunehmen, dieselben in ihre eigene Wohnung zu schaffen und ihnen, als Sklaven, alle Arbeiten der Gesellschaft aufzuerlegen.

§. 334. Endlich gibt es auch solche Thiere, bei denen sich der Instinkt der Geselligkeit mit einem andern natürlichen Streben vereint findet, welches beim ersten Anblick weniger merkwürdig scheint, als die vorhergehenden, welches aber für uns eine weit größere Bedeutung hat, denn wir verdanken ihm wahrscheinlich größtentheils die Möglichkeit, einige dieser Wesen in den Zustand der Zahmheit zu bringen; wir wollen nämlich von der Neigung zum Gehorsam sprechen, welcher eine ganze Heerde unter die Leitung eines Führers stellt und mit dem Nachahmungstriebe innig verbunden ist. Wenn wir uns mit der Geschichte des Pferdes beschäftigen werden, so werden wir auch Gelegenheit finden, ein treffliches Beispiel von dem Einflusse anzugeben, den das Beispiel der tapferstben und stärksten auf alle Individuen der Bande ausübt; wenn wir ferner die Lebensweise der Affen abhandeln, so werden wir auch sehen, wie entwickelt der Nachahmungstrieb bei diesen Thieren ist.

§. 335. **Von den Fähigkeiten der thierischen Seele.** Die Naturtriebe, deren Betrachtung uns so lange beschäftigte, sind die Hauptursachen der thierischen Verrichtungen, und bei den meisten sieht man, wie bereits erwähnt, keine Spur von der Existenz solcher Fähigkeiten, die einer höhern Ordnung angehören; wenn man aber beobachtet, was bei gewissen Thieren vor sich geht, so ist es unmöglich, diesen den Besiz eines gewissen Grades von Intelligenz abzusprechen, und man muß bekennen, daß sie, wie der Mensch, mit einem Gedächtniß, Urtheil und sogar mit dem Vermögen begabt sind, ein einfaches Raisonnement anzustellen.

Es ist z. B. erwiesen, daß viele Thiere des Gedächtnisses nicht ermangeln und daß bei mehreren derselben dieses Vermögen sogar sehr entwickelt ist. Als Beispiel wollen wir hier das Pferd anführen, das öfters einen Weg wieder erkennt, den es nur einmal gemacht, und den es seit vielen Jahren nicht mehr gesehen hat. Nicht weniger treu ist das Gedächtniß bei dem Hunde, dem Elephanten und mehreren andern Säugethieren, denn man sieht diese Thiere häufig nach langer Abwesenheit die Personen wieder erkennen, von denen sie wohl oder übel behandelt worden sind. Selbst die Fische scheinen denselben nicht vollständig zu ermangeln, denn man hat Aale lehren können, auf die Stimme ihres Wärters herbeizueilen.

§. 335. Unter den thierischen Verrichtungen gibt es auch solche, die wir uns nur dann erklären können, wenn wir sie als das Resultat eines Schlusses annehmen. Z. B. der Hund, der unruhig wird und die Gitterstäbe seines Gefängnisses zerbeißt, wenn sie von Holz sind, und sich hingegen ruhig in seine Gefangenschaft gibt, wenn diese Stäbe von Eisen sind, muß auf diese Weise handeln, weil er im ersten Fall sieht, daß sein Biß das Holz angreift, und er daher so das Hinderniß, das sich seiner Flucht entgegenstellt, brechen zu können glaubt, während er im zweiten Falle, wo er das Eisen für seine Zähne allzu hart findet, bald daraus schließt, daß seine Anstrengungen unnüz sein werden, und von jedem weiteren Versuche ablässt. Wenn der Hund, der seinen Herrn den Hut nehmen sieht, glaubt, daß dieser ausgehen werde, und ihn alsdann mit Liebkosungen überhäuft, damit er ihn als Begleiter mitnehme, so handelt er gleichfalls in Folge eines Schlusses; und noch deutlicher spricht sich diese Operation des Verstandes in einer Menge Aeußerungen von List aus, welche man anführt, daß sie von diesem nämlichen Thiere zur Befriedigung seiner Wünsche angewendet werden; ein Beispiel dieser Art ist von einem Hofhunde bekannt, dem es jede Nacht gelang, sich von seiner Kette loszumachen, der alsdann auf das nahe liegende Feld lief, um dort Schafe zu erwürgen, hierauf seine blutige Schnauze an einem benachbarten Fluß rein wusch und noch vor Tagesanbruch in seine Wohnung zurückkam, wo er sich wieder in seine Halskette legte, die er heimlicherweise abstreifte, und sich auf seine Streu niederlegte, um auf diese Weise keinen Verdacht wegen seiner Uebelthaten zu erwecken.

Die vor einigen Jahren an einem lebenden jungen Orang-Utang im botanischen Garten zu Paris gemachten Beobachtungen beweisen, daß dieser Affe mit einer noch entwickelteren Intelligenz begabt sei. Er zeigte eine große Anhänglichkeit an die ihn verpflegenden Personen, schmollte, wenn man ihm sein Gehör schenkte, und drückte seinen Zorn gerade ebenso aus, wie die Kinder, indem er schrie und seinen Kopf gegen den Boden schlug, als ob er, um die ihn umgebenden Personen zu rühren, sich selbst Uebels thun müßte, da er sich nicht an diejenigen wagen durfte, die ihm widerstanden. War er allein in seiner Kammer eingeschlossen, so suchte er sich immer aus derselben zu entfernen und stieg deßhalb auf einen nahe an die Thüre gestellten Stuhl, um zum Thürschloß gelangen und die Thüre öffnen zu können; um endlich diesem Manöver ein Ende zu machen, nahm sein Wärter den Stuhl

Fig. 113. Der Orang-Utang (Pithecus Satyrus).

eines Tages weg, allein der Orang-Utang holte sich einen andern, den er an den Platz des ersteren stellte, uns stieg ebenfalls darauf, um die Thüre zu öffnen. Muß man nun bei dieser Handlungsweise nicht die Fähigkeit zugeben, die Lectionen der Erfahrung zu benützen? und läßt sich darin nicht auch das Vermögen der Verallgemeinerung erkennen? Niemals hatte man dieses Thier gelehrt, sich zum Oeffnen der Thüre eines Stuhles zu bedienen, ja dieses Thier hat es selbst nicht einmal Jemand so machen sehen; es konnte demnach nur durch eigene Erfahrung gelernt haben, daß es sich auf die vorhin erwähnte Weise zur gleichen Höhe mit dem Schlüssel, den es umdrehen wollte, mittelst Kletiern erheben müsse und daß er nur durch die Beobachtung der Handlungen seiner Wärter zu der Bemerkung gelangen konnte, daß die Stühle von einem Ort zum andern getragen werden können; endlich konnte er nur durch Verallgemeinerung der so erhaltenen Begriffe und durch Combination der Urtheile, zu welchen diese Begriffe Veranlassung gegeben hatten, dahin geführt werden, auf eine so gut berechnete Weise zu handeln; denn in den Normalumständen, worin er sich befand, konnten seine natürlichen Instinkte nicht hinreichen, ihn so zu leiten.

§. 337. Eigentlich nur bei den dem Menschen am nächsten stehenden Säugethieren findet man Spuren von einer etwas entwickelten Intelligenz; und jemehr man in der Thierreihe abwärts steigt, desto seltener sieht man Handlungen der freien Wahl und desto mehr bemerkt man den Instinkt an die Stelle der Intelligenz treten. Die Affen und die reißenden Thiere stellen sich hinsichtlich der Intelligenz oben an; dann kommen die Dickhäuter, Pachydermen, z. B. der Elephant und das Pferd; dann folgen die Wiederkäuer, und die letzten, d. h. die in dieser Beziehung unvollkommensten unter allen Säugethieren, sind die Nagethiere, nämlich das Eichhörnchen, das Murmelthier, der Biber, der Hase ꝛc. So kann das Nagethier nicht einmal dahin gebracht werden, daß es den ihn verpflegenden Menschen von einem andern persönlich unterscheiden kann; der Wiederkäuer erkennt zwar seinen Herrn, seine Fähigkeiten sind aber so beschränkt, daß ein einfacher Kleiderwechsel zuweilen hinreicht, um sich demselben unkenntlich zu machen; * das Pferd und der Elephant erinnern sich nicht blos der Personen, sondern sie lernen auch leicht auf gegebene Zeichen gehorchen; der Hund ist für erhaltene Wohlthaten dankbar, versteht die Traurigkeit seines Herrn eben so gut, als dessen Zorn und steht, wenn es nöthig ist, ihm mit seiner Hülfe bei; der Affe endlich handelt noch mit einer größeren Unterscheidung und mit mehr Berechnung, als die vorhergehenden Thiere; doch nur in der Jugend ist er so glücklich begabt, und anstatt daß sich seine Fähigkeiten, wie die des Menschen, mit dem zunehmenden Alter vervollkommnen, nehmen sie schnell ab.

Bei den niedern Thieren gewahrt man nichts, was dem Verstande ähnlich ist, der Instinkt scheint alle Verrichtungen zu leiten; nur einige Insekten scheinen in gewissen Fällen sich eher durch Urtheile, als durch einen eigentlichen Instinkt bestimmen zu lassen, allein diese Fälle sind selten und selbst ungewiß.

§. 338. Endlich müssen wir hier noch beifügen, daß sich gewisse Thiere, wie der Mensch, obgleich in einem weit geringeren Grade, einander mittheilen können.

So sieht man häufig bei truppenweise beisammenlebenden Säugethieren und Vögeln einzelne Individuen als Schildwachen ausgestellt, welche durch besondere Schreie ihre Kameraden von der Annäherung einer Gefahr benachrichtigen; die Murmelthiere und Flamingo's sind von dieser Art. Auch hat man sich schon von dem Vorhandensein einer ähnlichen Fähigkeit bei den Schwalben versichert, denn man hat oftmals bemerkt, wie bei dem Angstgeschrei, das diese Vögel erheben, wenn ihre Jungen durch irgend einen Feind bedroht sind, alsbald alle Schwalben der Nachbarschaft herbeifliegen, den erschreckten Eltern zu Hülfe kommen und, mit einander vereinigt, das Thier, dessen Angriffe sie befürchten, beunruhigen. Endlich scheinen auch zuweilen die Insekten einander Nachrichten mitzutheilen; die an den Ameisen durch Huber, Latreille und mehrere andere Naturforscher gemachten Beobachtungen können uns in dieser Hinsicht nur wenig im Ungewissen lassen. Wenn z. B. die Oberfläche eines Ameisenhaufens beschädigt worden ist, so wird die ganze Colonie mit erstaunenswürdiger Schnelligkeit von dem Unglücke benachrichtigt; man vernimmt keinen Laut, aber man sieht diejenigen Ameisen, die Zeuge von der Beschädigung waren, da und dorthin laufen, sich ihren Kameraden nähern, sie mit dem Kopfe treffen und sich mit ihren Fühlfäden den ihrigen nähern. Die auf diese Art benachrichtigten Individuen verändern hierauf die Richtung ihres Wegs, um es gerade wie die vorigen zu machen; nach einigen Augenblicken sieht man Tausende dieser kleinen Geschöpfe der Stelle zueilen, wo ihre Wohnung eine Ruine zu werden droht. Auch bemerkt man in den heftigen Kriegen, welche die Bewohner zweier benachbarten Ameisenhaufen öfters miteinander führen, wie die Vortruppen (Plänkler) dem Hauptheere Nachrichten ertheilen, in Folge derselben dieses seine Richtung verändert; glaubwürdige Beobachter versichern sogar, daß in kritischen Umständen ein Theil der Ameisen manchmal das Schlachtfeld verläßt, um zur Wohnung zurückzukehren, und daß fast sogleich nach deren Ankunft der Abgang neuer Verstärkungen erfolgt.

§. 339. Die meisten thierischen Handlungen erklären sich leicht aus dem Vorhandensein der Fähigkeiten, die wir vorhin betrachtet und mehr oder weniger denjenigen ähnlich gefunden haben, die wir selbst besitzen; indessen gibt es noch andere Erscheinungen, die wir auf keinerlei Weise zu erklären wissen und die uns vermuthen lassen, daß mehrere dieser Wesen wohl noch mit irgend einem andern Sinne begabt sein könnten, der uns abgeht und von dessen Natur wir folglich keine Vorstellung haben können. Es scheinen auch in der That weder das Interesse noch die Intelligenz hinzureichen, um gewisse Vögel, wie die Tauben und Schwalben, zu leiten, welche, nachdem sie nach einem oft mehrere hundert Meilen weiten Transport, der in wohlverschlossenen Körben stattfand, in Freiheit gesetzt werden, in gerader Richtung nach dem Orte ihn fliegen, wo sie ihre junge Familie verlassen hatten, wie wenn diese vor ihren Augen wäre. Wenn der Hund und andere Säugethiere auf große Entfernungen ihren Weg wieder finden oder von ferne die Spur irgend eines andern Thieres verfolgen, so nehmen sie gewöhnlich

* Ein Büffel im botanischen Garten zu Paris zeigte seinen Wärter die größte Unterwürfigkeit; dieser Wärter hatte nun eines Tages andere Kleider, als gewöhnlich, an; der Büffel, der ihn nicht mehr erkannte, stürzte auf ihn los, und erst als der Wärter seinen gewöhnlichen Anzug wieder nahm, erkannte ihn dieses Thier wieder. Werden zwei anderunder gewöhnte Widder gesperrt, so sieht man sie alsbald auf einander los mit Wuth stürzen, wie wenn sie sich gegenseitig fremd wären.

als Wegweiser die durch den Geruchsinn, dessen Feinheit bei diesen Thieren außerordentlich ist, erhaltenen Sensationen; was aber die Brieftauben betrifft, die, ohne auszuruhen, z. B. von Bordeaux nach Brüssel fliegen, so kann man nichts Aehnliches annehmen, und man kann nicht einmal eine Vermuthung über die Natur des Vermögens, das sie leitet, aufstellen.

§. 340. **Beziehungen zwischen der Intelligenz und dem Gehirn.** Wir wissen gleichfalls Nichts über die Ursache des Vorhandenseins oder Nichtvorhandenseins dieser oder jener intellectuellen oder instinktmäßigen Fähigkeit bei irgend welchem Thiere, noch über den Mechanismus, mit dessen Hülfe sich diese Fähigkeiten äußern; nur das wissen wir, daß sich durch die Vermittlung des Nervensystems alle von diesen Fähigkeiten abhängigen Erscheinungen äußern. Die Wissenschaft befindet sich hinsichtlich der Natur der Beziehungen, die zwischen der Thätigkeit unsers Gehirns und der Erzeugung unserer Gedanken oder der Auffassung unserer Sensationen bestehen, in einer völligen Unwissenheit; daß aber das Gehirn das spezielle Werkzeug ist, womit sich die Geistesoperationen äußern, davon können wir uns ohne Schwierigkeit überzeugen; wie das Gehirn Eindrücke von außen vermittelst der Sinne erhalten kann, so können auch die Sensationen nur durch die Vermittlung unseres Gehirns zum Geiste gelangen, und so können auch unser Wille und alle unsere übrigen Geisteskräfte sich nur mit Hülfe dieses Organes äußern; so oft nun durch irgend einen Umstand seine Funktionen unterbrochen werden, verlieren wir sogleich den Verstand, den Willen, die Sensibilität, sogar das Selbstbewußtsein, und wir sind auf einen dem vegetabilischen Leben entsprechenden Zustand zurückgeführt, denn alsdann leben wir nur noch in einem organischen Leben. Um sich davon zu überzeugen, darf man bloß beobachten, was stattfindet, wenn in Folge einer Verwundung oder eines Schlagflusses das Gehirn seine Funktionen mehr thut; alsdann ist der Mensch in einen dem tiefsten Schlaf ähnlichen Zustand versetzt, den man in den physiologischen Versuchen bei den höheren Thieren nach Belieben hervorbringen kann; denn auch bei ihnen ist das Gehirn das zu jeder Verstandesoperation nothwendige Werkzeug und seine Zerstörung führt den Verlust der Intelligenz und des Instinktes herbei. Doch läßt sich aus der Thatsache, daß die Mitwirkung des Gehirns zur Aeußerung der intellectuellen Kräfte unumgänglich nothwendig ist, noch nicht der Schluß ziehen, daß dieses Organ selbst fühlt, denkt und will; es ist uns nicht einmal möglich, zu begreifen, wie ein materielles Organ den Gedanken erzeugen könnte, und alle Hypothesen der Materialisten klären uns über die innere Natur dieses Vorganges in Nichts auf. Um sich diesen zu erklären, muß man höher hinauf steigen, und ihn einem nicht materiellen Prinzip, welches bei dem Menschen bald mit dem Namen Lebensprinzip, bald als Seele bezeichnet wird, zuschreiben. Man sieht sich zu der Annahme veranlaßt, daß diese Kraft auch die erste Ursache aller zu unserer Existenz wesentlichen Lebenserscheinungen ist, deren Natur sich bloß abändern, weil die Organe oder Werkzeuge, durch deren Vermittlung sich diese einzige Kraft äußert, in den verschiedenen Theilen unseres Leibes selbst verschieden sind. Uebrigens mangeln uns zur Erörterung einer solchen Frage die Thatsachen, auch wissen die Physiologen nicht, welches der Grad der Analogie ist, welche zwischen der Seele des Menschen und dem Lebensprinzipe besteht, das bei jedem Thiere an die Stelle der Seele zu treten und sich dort mit den, je nach den verschiedenen Arten verschiedenen Attributen zu zeigen scheint.

§. 341. Wie dem auch sei, das Gehirn ist, wie wir wissen, das Werkzeug der Geisteskräfte, und der Bau jedes physiologischen Organes stimmt stets mit seiner Anwendung überein. Daraus folgt also, daß man a priori schließen könnte, daß die Bildung des Gehirns sich abändern müsse, je nachdem es die Bestimmung hat, für die Aeußerung dieser oder jener Kraft als Vermittler zu dienen, oder je nachdem es bei den verschiedenartigen Thieren Differenzen in der den Verschiedenheiten ihrer Intelligenz entsprechenden Struktur darzubieten hat. Und es lehrt uns auch wirklich die Anatomie, daß man in vielen Fällen eine solche Uebereinstimmung ohne Schwierigkeit nachweisen kann.

§. 342. So macht man z. B. die Bemerkung, daß ein Organ gewöhnlich um so kräftiger wirkt, je massenreicher es ist, und vergleicht man die Entwicklung der Intelligenz mit der materiellen Entwicklung des Gehirns, so kann man einige analoge Beziehungen gleichfalls begreifen. Der Mensch, der durch seine intellectuellen Kräfte so erhaben über allen Thieren steht, hat auch ein entwickelteres Gehirn; bei den Affen und den Fleischfressern ist dieses weniger groß, zeigt aber noch eine bedeutende Vollkommenheit; es wird kleiner und einfacher bei den Nagethieren, und findet sich auf sein Minimum bei den Fischen zurückgeführt, die unter allen Wirbelthieren auch die stupidesten sind.

Diese Thatsachen haben zu der Meinung Veranlassung gegeben, daß man durch die mehr oder weniger große Entwicklung des Gehirns auf den Grad der Intelligenz der Thiere und selbst der Menschen unter sich schließen könnte; um nun diese Unterschiede zu würdigen, hat man seine Zuflucht zu verschiedenen Methoden genommen, wovon die berühmteste die der Messung des *Gesichtswinkels* ist, die von *Camper*, einem geschickten holländischen Naturforscher, vorgeschlagen wurde.

Diese Messungen sind dazu bestimmt, die Beziehung, die zwischen der Größe der Hirnschale (die von dem großen und kleinen Gehirne ausgefüllt ist) und der des Gesichts herrschen, zu suchen und werden auf folgende Weise vorgenommen: Man zieht eine Horizontallinie (cd, Fig. 114 u. 115), welche man durch das Gehörloch und durch den Boden der Nasenhöhlen so gehen läßt, daß sie beinahe die Richtung der Basis der Hirnschale hat; dann zieht man auf diese Linie eine zweite (ab), die man an den hervorspringendsten Punkt der Stirne und das äußerste Ende der obern Kinnlade gehen läßt. Diese letztere Linie wird nun offenbar gegen die erstere um so geneigter stehen und mit dieser einen um so spitzeren Winkel bilden, je entwickelter das Gesicht ist, und je mehr die Stirne zurücktritt; daher wird das Maß des *Gesichtswinkels* (denn so heißt man den vorhin erwähnten Winkel) mit ziemlicher Genauigkeit die gesuchte Beziehung angeben können.

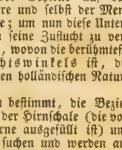


Fig. 114.

Unter allen Thieren hat der Mensch den größten Gesichtswinkel, und es herrschen in dieser Hinsicht unter den verschiedenen Menschen-Racen große Unterschiede; der Kopf eines Europäers hat gewöhnlich 80° (Fig. 114), und der des Negers ungefähr 70° (Fig. 115); bei den verschiedenen Affenarten variirt er zwischen 65° und 30°, und in dem Maße, als man sich noch mehr von dem Menschen entfernt und in

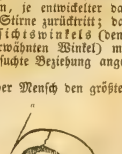


Fig. 115.

der Reihe der Säugethiere hinabsteigt, wird der Winkel spitzer; z. B. bei dem Pferde und den wilden Schweinen tritt die Stirne so sehr zurück, daß man wegen des Vorsprungs der Nase unmöglich eine gerade Linie von dem äußersten Ende der obern Kinnlade bis zur Hirnschale führen kann, wovon man sich leicht zu überzeugen vermag, wenn man einen Blick auf die hier beigefügte Figur (Fig. 117) wirft; bei den Vögeln, Reptilien und Fischen wird der Gesichtswinkel, im Fall er gemessen werden kann, noch spitzer als bei den meisten Säugethieren.

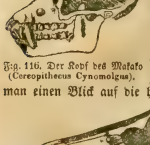


Fig. 116. Der Kopf des Makako (Cercopithecus Cynomolgus).

Fig. 117. Der Kopf des wilden Schweines.

Die mehr oder weniger große Uebereinstimmung, die in der Regel zwischen der Neigung der Gesichtslinie und der Ausdehnung der intellectuellen Kräfte herrscht, scheint den Alten nicht entgangen zu sein; sie haben nicht nur sehr gut bemerkt, daß eine mehr senkrechte Gesichtslinie ein Zeichen von einer edleren Natur und eines der Merkmale der Schönheit sei; sie haben in den Figuren ihrer Helden und Götter dieser Linie eine noch aufrechtere Stellung gegeben, als sie sich bei irgend einem Menschen findet, ja sie haben diese sogar bei einigen Statuen (z. B. dem olympischen Jupiter) noch ein wenig über die Senkrechte hinausgehen lassen.

Man ist selbst im gemeinen Leben gewöhnt, Menschen und Thieren mit einer sehr zurücktretenden Stirne und sehr verlängerter Schnauze Stupidität beizumessen; hat durch irgend einen Umstand die Gesichtslinie eine aufrechtere Stellung erhalten, selbst ohne die Capacität der Hirnschale zu vermehren, so finden wir bei Thieren mit dieser Disposition ein eigenthümliches Aussehen von Intelligenz, wodurch wir veranlaßt werden, denselben Eigenschaften zuzuschreiben, die sie in der Wirklichkeit nicht besitzen. Der Elephant und die Eule sind in diesem Falle. Die große Ausdehnung der Stirnhöhlen gibt ihrer Stirne einen bedeutenden Vorsprung; die Eule war nun, wie Jedermann weiß, bei den Alten das Sinnbild der Weisheit, und der Elephant erhielt von den Indiern einen Namen, welcher anzeigt, daß ihm Verstand zu Theil geworden sei, und dennoch ist weder das eine noch das andere dieser Thiere hinsichtlich der Entwicklung der intellectuellen Kräfte merkwürdig.

Wie dem nun sei, man muß sich wohl hüten, einen zu großen Werth auf diese Messungen zu legen; sie können höchstens eine annähernde Vorstellung von der Entwicklung des Gehirns geben, auch ist bis jetzt kein Beweis dafür vorhanden, daß die Ausdehnung der intellectuellen Kräfte der materiellen Entwicklung des Gehirns proportional sei.

§. 343. Daß das Gehirn der Sitz mehrerer sehr ausgezeichneter Funktionen ist, haben wir nun gesehen; untersucht man die Art und Weise, wie sich die intellectuellen und gemüthlichen Fähigkeiten bei den verschiedenen Menschen äußern, so wird man bald bemerken, daß die mehr oder weniger große Entwicklung der einen nicht immer von einer gleich großen Entwicklung aller andern begleitet ist. Es wird irgend ein Mensch, der sich durch eine angeborene oder instinktmäßige Liebe zu seiner Familie auszeichnet, möglicherweise sehr schwache intellectuelle Kräfte haben können, und irgend ein anderer, der mit den glücklichsten Anlagen zu den mathematischen Wissenschaften ausgerüstet ist, wird der Phantasie und der Beobachtungsgabe gänzlich ermangeln können.

Diese Beobachtungen und eine Menge ähnlicher Thatsachen haben einige Philosophen zu der Annahme veranlaßt, daß das Gehirn nicht ein einziges Organ bilde, worin alle Theile auf gleiche Weise zur Aeußerung der Erscheinungen des Instinkts und der Intelligenz mitwirken, sondern daß die Natur die Funktionen des Gehirns dieselbe Theilung der Arbeit gelegt habe, die man jedesmal in den andern Apparaten der thierischen Oekonomie bemerkt, wenn sich das Vermögen derselben vervollkommnet: sie glaubten, daß die gemüthlichen Eigenschaften ihren Sitz in einem bestimmten Theile des Gehirns, die intellectuellen Kräfte dagegen in andern Theilen hätten und daß mit einem Wort jede Art von Hirnthätigkeit das Resultat der Wirksamkeit eines besonderen Organes sei und daß diese speziellen Organe verschiedene Theile der Nervenmasse des Gehirns bilden.

Auf dieser Localisirung der verschiedenen Funktionen des Gehirns beruht Dr. Gall's phrenologisches System.

Dieser Physiologe war der Meinung, daß jede dieser Funktionen einem bestimmten Theil des großen und kleinen Gehirns angehöre, und daß die mehr oder weniger große Wirksamkeit einer jeden derselben größentheils von der mehr oder weniger großen Entwicklung desjenigen Theils, welcher der Sitz davon ist, abhänge. Bei dem Menschen und den meisten höhern Thieren, füllt das Gehirn die ganze Hirnschale aus, und die Wände der letzteren sind so zu sagen auf dieser Nervenmasse abgedrückt, so daß man von dem mehr oder weniger großen Vorsprung verschiedener Theile des Kopfes auf die proportionale Größe der entsprechenden Theile des Gehirns schließen kann. Würde man zugeben, daß die oben ausgesprochenen Annahmen richtig sind, so könnte man folglich bei Betrachtung des Gehirns die Neigungen und Fähigkeiten eines jeden Individuums zu erkennen vermögen.

Was diese Hypothesen am meisten unterstützte, sind theils die Eigenthümlichkeiten, welche man in der äußern Gestalt des Kopfes solcher Menschen bemerkt zu haben glaubte, die sich durch gewisse Eigenschaften des Geistes oder durch irgend einen starken Hang auszeichneten, theils die Unterschiede, die man in der Form der Hirnschale solcher Thiere bemerkt, welche die ganz entgegengesetzten Neigungen haben. Was wir von der Gesichtslinie sagten, wendet sich namentlich auf die mehr oder weniger beträchtliche Entwicklung des vorderen Theiles des Gehirns an, daher eine zurückgetretene Stirne hinreichend ist, um dem ganzen Kopfe ein stupides Aussehen zu geben. Auch bemerkt man, daß bei solchen fleischfressenden Thieren, die von der Jagd leben, und am meisten Muth und Wildheit an den Tag legen, die Breite der Hirnschale gegen die Ohren hin weit bedeutender als bei den Pflanzenfressern ist, die sich in ihrer Lebensweise sanft und furchtsam zeigen. Es ist ferner wahr, daß bei fast allen Thieren der hintere Theil des Kopfes, wo die Phrenologen die Liebe der Eltern zu ihren Kindern hineinlegen, bei den Weibchen entwickelter zu sein scheint, als bei den Männchen; denn Jedermann weiß es, daß die zärtlichkeit einer Mutter gegen ihre Kinder ein weit stärkerer Affekt ist, als die des Vaters.

Wenn auch einige der Annahmen, deren Gesammtheit die Grundlage der Phrenologie bildet, in der That ziemlich plausibel erscheinen, so sind dafür andere auf nichts Ueberzeugendes gegründet, und müssen sogar allen Personen, die gewohnt sind, die Erscheinungen der Intelligenz näher zu erforschen, absurd vorkommen. So gibt es Phrenologen, die ein besonderes Vermögen für die Beurtheilung der Schwere der Körper, wiederum ein anderes Vermögen zulassen, das zum Beurtheilen der Ausdehnung der Körper geschickt mache, ꝛc.

Uebrigens kennt man, wir wiederholen es, noch keine Thatsache, womit bewiesen werden könnte, daß diese Theilung der Arbeit wirklich in dem Gehirne sich vorfinde, und einige Versuche des Herrn Flourens könnten uns selbst zu der Annahme veranlassen, daß sich die Sache anders verhalte.

Was die Fähigkeiten des Instinkts gewisser Thiere, namentlich der Nagethiere, Vögel und Insekten, betrifft, so könnte man bei dem gegenwärtigen Stand der Wissenschaft keine Beziehung zwischen ihrem Vorhandensein und irgend einer Bildungsweise des Nervensystems angeben, und man kann unmöglich zugeben, daß sie bei den Wirbelthieren, z. B. dem Biber und der Schwalbe, von der besondern Bildung des Gehirns herrühren, weil bei der Ameise und der Biene, wo sie sich nicht weniger entwickelt vorfinden, das Nervensystem von dem der höheren Thiere ganz und gar abweicht und bloß in einer Kette von Nervenganglien besteht (siehe Fig. 56).

Bau,

Classification und geographische Verbreitung der Thiere.

Betrachtungen über den allgemeinen Plan, den die Natur bei der Organisation der Thiere befolgt hat.

§. 344. Im ersten Abschnitt dieses Buches haben wir nacheinander die verschiedenen Erscheinungen, die an einem lebenden Thiere vor sich gehen, betrachtet und haben die zu ihrer Erzeugung bestimmten Organe kennen gelernt; wir haben gleichsam das Leben analysirt, haben es in seinen Aeußerungen, so wie auch in seinen Organen und Kräften betrachtet, und sind somit zur Kenntniß der verschiedenartigen Fähigkeiten, womit die lebenden Wesen von der Natur begabt sind, gelangt. Doch würden wir nur sehr unvollständige Kenntnisse von dem Thierreiche haben, wenn wir hier unsere Studien begränzen, und nicht wissen wollten, wie diese so verschiedenartigen physiologischen Werkzeuge zur Bildung eines jeden dieser Körper gruppirt sind. Daher müssen wir uns jetzt mit der Gesammtheit der Organisation beschäftigen, müssen den Plan untersuchen, nach welchem jedes Thier gebildet ist, und müssen sehen, wie sich das Leben in diesen verschiedenen Wesen modifizirt.

§. 345. Nichts ist verschiedenartiger als die Bildungsweise der unzähligen Thiere, welche die Oberfläche der Erde bevölkern, und eine nicht weniger große Verschiedenartigkeit herrscht in den Arten, durch welche sich das Leben in diesen belebten Maschinen äußert. Bei den einen sind die Funktionen wenig zahlreich und die Sphäre ihrer physiologischen Activität ist sehr enge gezogen; bei andern hingegen sind die Fähigkeiten außerordentlich verschiedenartig und die Verrichtungen vervielfältigen sich im höchsten Grade; um diese Verschiedenheit in der Natur der Thiere zu bezeichnen, sagt man häufig, daß unter diesen Wesen die einen höher stehen oder vollkommener seien, als die andern. Z. B. ein Fisch ist ein vollkommeneres, höheres Thier als eine Auster, denn er besitzt eine größere Anzahl Kennzeichen (Attribute) der Thierheit und seine Verrichtungen sind weniger einförmig; aber er selbst ist weniger vollkommen als der Hund, weil sich bei diesem letzteren das Leben durch complizirtere Erscheinungen ausspricht; der Hund ist seinerseits ein weniger vollkommenes Wesen als der Mensch, denn dieser besitzt Fähigkeiten, die jenem vierfüßigen Thiere abgehen, und übt verschiedenartigere Akten aus.

§. 346. **Das Streben der Natur zur Lokalisirung der Funktionen und zur Theilung der physiologischen Arbeit.** Das Princip, welches von der Natur in der Vervollkommnung der Thiere angenommen worden zu sein scheint, ist zugleich auch eines von denen, die den glücklichsten Einfluß auf die Fortschritte und die menschliche Industrie ausgeübt haben: es ist dies die Theilung der Arbeit. In der That, wenn man die Thiere unter sich vergleicht, welche hinsichtlich der Zahl und der Ausdehnung ihrer Fähigkeiten und Kräfte von einander verschieden sind, so bemerkt man immer, daß die Vervollkommnung dieser Wesen mit einer größeren Lokalisirung in ihren Funktionen übereinstrifft; dient ein und dasselbe Organ zur Erzeugung mehrerer Erscheinungen, so ist das physiologische Resultat unvollkommen, und ein Organ füllt stets um so besser seine Rolle aus, je spezieller diese ist. Die Art und Weise der Thätigkeit eines Organes oder Werkzeuges hängt nun immer von seiner innern Natur, seinem Baue und seinen übrigen Eigenschaften ab; jemehr daher solche Organe vorhanden sein werden, die mit verschiedenen Arten von Thätigkeiten versehen sind, desto einander unähnlichere Theile wird es in dem thierischen Körper geben; auch wird die mehr oder weniger große Zusammensetzung in den Akten und Fähigkeiten der Thiere zur Seite der natürlichen Zusammensetzung ihrer Organisation schreiten müssen.

Um nachzuweisen dieses Streben der Natur, die physiologische Arbeit wegen der Vervollkommnung der Resultate verselben zu theilen, werden nicht viele Beispiele nöthig sein.

§. 347. Bei Thieren z. B., die sehr beschränkte Fähigkeiten besitzen und ein sehr einfaches Leben zeigen, bieten der Körper überall den gleichen Bau dar. Die ihn zusammensetzenden Theile sind alle einander ähnlich; da die Einförmigkeit (Identität) in der Organisation eine entsprechende Thätigkeitsweise nach sich zieht, so kann das Innere dieser Wesen einer Werkstätte verglichen werden, wo alle Arbeiter zur Ausführung gleicher Arbeiten verwendet würden, und wo daher ihre Zahl zwar einen Einfluß auf die Quantität, nicht aber auf die Natur der Erzeugnisse hätte. Ein jeder Körpertheil übt die nämlichen Funktionen aus, wie die benachbarten Theile, und das allgemeine Leben des Individuums ist nur aus solchen Erscheinungen zusammengesetzt, welche das Leben des einen oder des andern dieser Theile charakterisiren. Dies ist so wahr, daß es Thiere gibt, deren Körper man in eine Menge Stücke zerlegen kann, ohne darin die Lebensbewegung aufzuhalten; im Gegentheil, jedes Bruchstück setzt sein Leben fort und entwickelt sich durch diese Excitation oft selbst auf eine ungewöhnliche Weise, und bildet ein neues Thier, das hinsichtlich seiner Form demjenigen ähnlich ist, wovon es ein Theil war, in seiner Art eben so vollständig, dieselben Funktionen ausübend und auf dieselbe Weise lebend.

Fig. 118. Süßwasserpolypen. *

Jene seltsamen Wesen, welche die Naturforscher mit dem Namen Süßwasserpolypen (Hydrina) (Fig. 118) bezeichnen und welche man öfters unterhalb der Wasserlinsen findet, bieten diese bizarre Erscheinung dar; wenn man sie auf obige Weise verstümmelt, so ist man weit entfernt, sie zu tödten; im Gegentheil, man vervielfältigt sie nur noch. Trembley, ein Genfer Naturforscher des vorigen Jahrhunderts, dem man die Kenntniß dieser interessanten Thatsachen verdankt, hat eines dieser kleinen Thiere geöffnet, hierauf ausgestreckt und in allen Richtungen zerschnitten; er hat es gleichsam zerhackt und ungeachtet dieser außerordentlich weitgehenden Theilung ist jedes Bruchstück, anstatt zu sterben, bald ein vollständiges Thier geworden. Ist diese scheinbar alle dem, was uns die höheren Thieren darbieten, widersprechende Erscheinung zu begreifen, muß man vor allen Dingen die Organisation der Polypen untersuchen. Diese Thiere sind allzu klein, um mit bloßem Auge betrachtet werden zu können; untersucht man sie aber unter dem Mikroskop, so bemerkt man, daß die Substanz ihres Körpers überall dieselbe ist: sie besteht in einer gelatinösen Masse, die außerordentlich kleine Kügelchen enthält und in der man kein deutliches Organ gewahrt. Wie wir nun bereits bemerkt haben, so setzt die Identität in der Organisation nothwendig auch die Identität in der Verrichtungsweise, in den Fähigkeiten, voraus. Hieraus folgt, daß alle Theile des Körpers dieser Polypen, da sie eine gleiche Struktur haben, die gleichen Funktionen ausüben müssen: ein jeder Theil muß auf die gleiche Weise, wie alle andern, zur Erzeugung der Erscheinungen, deren Gesammtheit das Leben bildet, mithelfen, und der Verlust eines oder mehrerer dieser Theile muß nicht das Aufhören irgend eines jener Akte nothwendig zur Folge haben. Ist aber dies wahr und kann jeder Körpertheil dieser Thiere fühlen, sich bewegen, sich ernähren und ein neues Wesen erzeugen, so sieht man keinen Grund ein, warum nicht jeder Theil, nachdem er von dem übrigen Körper getrennt, und in günstige Umstände gesetzt worden ist, fortfahren könnte, wie zuvor wirksam zu sein; auch sieht man nicht ein, wie jedes Bruchstück des Thieres nicht sollte fortfahren können, die zum Leben nothwendigen Funktionen auszuüben und ein neues Individuum wieder hervorzubringen und dadurch seine Race fortzuerhalten. Ueber diese Punkte haben uns Tremblay's Versuche Aufschluß gegeben.

§. 348. Diese Gleichförmigkeit im Baue kommt nur bei wenigen Thieren vor, jemehr man in der Thierreihe aufwärts steigt und sich dem Menschen nähert, desto complizirter zeigt sich die Organisation; jede Funktion, sodann jeder Akt, wovon diese Funktion zusammengesetzt ist, gehört einem besondern Organe an, und der Thierleib bietet Theile dar, die mehr und mehr einander unähnlich werden. Zuerst ist es ein und dasselbe Organ, das fühlt, sich bewegt, von außen die ernährenden Stoffe absorbirt, respirirt und die Erhaltung der Gattung sichert; aber in dem Maße, als sich die Thiermaschine vervollkommnet, theilet die Theilung der physiologischen Arbeit vorwärts und geht das Leben des Individuums aus dem Zusammenwirken einer mehr oder weniger beträchtlichen Anzahl verschiedenartiger Organe hervor, wovon jedes für sich auf eine specielle Art funktionirt.

Eine erste Stufe dieser Lokalisirung der physiologischen Erscheinungen ist uns durch verschiedene Thiere, deren Organisation schon ziemlich complizirt ist, deren Leib aber in seiner ganzen Länge einen gleichartigen Bau zeigt, und also aus mehreren Reihen gleichförmiger Theile zusammengesetzt ist, dargeboten. Ein Beispiel hievon gibt uns der Regenwurm (Lumbricus).

Bei diesem walzenförmigen Thiere ist die Ernährung aus einer Reihe Akte zusammengesetzt, die durch verschiedene Organe ausgeführt werden. Die Verdauung geht in einer Höhlung vor sich, deren Wandungen besondere Eigenschaften haben; ferner besteht ein Kanalsystem, das dazu dient, die ernährenden Stoffe in alle Theile des Körpers zu führen, und ein Apparat, welcher der Hauptsitz des Verwogens, die Gefäße aufzusaugen und die Bewegungen hervorzubringen, geworden ist; endlich findet man auch Organe, die bloß zur Ortsbewegung bestimmt sind. Daher sieht man keine Möglichkeit ein, wie der Leib dieser Würmer nach allen Richtungen hin, wie bei den Polypen, zertheilt werden könnte, ohne dadurch den Tod herbeizuführen. Untersucht man aber den Bau dieser verschiedenen Apparate, wovon ein jeder auf eine verschiedene Weise zur Fortdauer des Lebens beiträgt, so sieht man, daß sie sich alle gleichförmig von dem einen Ende des Körpers zum andern ausdehnen, und daß jedes Querstück des Thieres nur wenig oder gar nicht von den übrigen Querstücken verschieden ist; es ist nur eine Wiederholung davon und präsentirt bis auf einen gewissen Grad das ganze Thier, denn es schließt alle zur Lebensbewegung erforderlichen Organe in sich. Man sieht also ohne Schwierigkeit die Möglichkeit ein, daß man eine gewisse Anzahl dieser Segmente von dem übrigen Körper hinwegnehmen kann, ohne daß das eine oder das andere eine der Eigenschaften des Lebens, welche das ganze Individuum besitzt, verliert; und dies findet auch wirklich Statt. Schneidet man nämlich querüber einen Regenwurm in zwei, drei, zehn, zwanzig Stücke, so kann jedes Bruchstück wie das Ganze zu leben fortfahren und ein neues Individuum bilden.

Unterwirft man aber der Untersuchung Wesen mit einem weniger einfachen Leben, so findet man nicht mehr diese Einförmigkeit in der Vertheilung der Hauptorgane, und es ist unmöglich, den Leib stark zu verstümmeln, ohne dadurch irgend einen, zum speciellen Sitz gewisser Erscheinungen gewordenen Theil zu zerstören, und folglich das Thier zugleich einer oder mehrerer seiner Fähigkeiten zu berauben. Niemals kann man ihn so theilen, daß sich in jedem Bruchstück alle zum Leben nothwendigen Werkzeuge erhalten; der eine oder andere Theil stirbt immer, und häufig führen diese Verstümmelungen nothwendig die völlige Zerstörung des ganzen Individuums herbei. Bei übrigens gleichen Umständen werden diese Verstümmelungen im Verhältniß zu der mehr oder weniger vollständigen Lokalisirung der Funktionen stehen und werden für das Thier um so traurigere Folgen haben, je weniger geeignet die zerstörten Theile für die Funktionen sein werden, als die hinweggenommenen.

§. 349. Was wir hinsichtlich der Lokalisirung der Hauptfunktionen sagten, gilt auch von den verschie-

* Durch die Figur 118 werden mehrere an Wasserlinsen a befestigten Süßwasserpolypen gezeigt: wie wir später sehen werden, so bestehen diese Thiere nur aus einer kleinen gelatinösen Röhre, die an dem einen Ende offen und mit einem Kreise von Fäden, den sogenannten Fühlfäden, versehen sind, womit sie die Nahrung in ihre Speisehöhle einführen. Einer von diesen Polypen b trägt an den Seiten seines Körpers zwei Jungen, die aus ihm herausgewachsen sind und sich bald nachher von ihm losgemacht haben. — In der Figur 2 sieht man eines dieser Thiere noch mehr vergrößert, um dadurch seine innere Bildung zu zeigen.

denen Akten, die zur Hervorbringung einer jeden dieser Erscheinungen mitwirken. So scheint bei den vorhin erwähnten Polypen für die Erzeugung der Bewegungen kein besonderes Organ, noch irgend ein specielles Werkzeug für die Sensibilität vorhanden zu sein; bei allen höheren Thieren aber wird die Bewegung ausschließlich durch das Muskelsystem entwickelt und gehört die Sensibilität dem Nervensystem an. Bei den Würmern ist die Muskelbewegung in allen Theilen des Körpers gleichförmig und das Nervensystem aus einer Reihe Ganglien zusammengesetzt, welche die gleichen Eigenschaften haben und welche alle das Vermögen zu empfinden und freiwillige Bewegungen zu erregen, besitzen. Bei den meisten Insekten aber unterscheidet man schon eine ausgedehntere Theilung der Arbeit in den Funktionen des Muskelapparates, und das Vermögen, freiwillige Bewegungen hervorzubringen und Sensationen zu erhalten, concentrirt sich in gewissen Ganglien des Kopfes; auch die Arten der Sensibilität vervielfältigen sich, und specielle Organe zeigen sich, um die verschiedenen Arten der Erregungen aufzunehmen, wovon das Sehen, Hören ꝛc. abhängt; endlich haben wir bei denjenigen Thieren, die sich dem Menschen noch mehr nähern, gesehen, daß hier das Nervensystem weit complizirter wird, und daß jeder seiner bildenden Theile eine besondere Anwendung findet (§. 198 bis 204 u. §. 256). Würde uns der Raum hier nicht gebrechen, so könnten wir eine ähnliche Uebereinstimmung zwischen der Theilung der physiologischen Arbeit und der Vervollkommnung der Funktionen auch in allen übrigen Apparaten des Thierkörpers nachweisen: z. B. in den Organen für die Bewegung, in denen der Verdauung und dem Circulationsapparate; doch scheinen uns die gegebenen Details auszureichen, um die Allgemeinheit dieser Tendenz der Natur zu zeigen.

§. 350. **Von den organischen Umbildungen und dem Streben zur Einfömigkeit im Bau.** Wir haben bereits gesehen, daß unter den Thieren in Bezug auf die Einfachheit oder Zusammengesetztheit in ihrem Baue sehr große Unterschiede bestehen; die einen besitzen eine Menge Organe, die bei den andern nicht vorhanden sind, und das Ganze der Organisation ist, bei übrigens gleichen Umständen, um so vollkommener, je größere Mannigfaltigkeit sie in ihren Theilen darbietet. Bald wird der zusammengesetzte Bau durch die Erschaffung völlig neuer Organe hervorgerufen, die sich zu denjenigen Theilen hinzufügen, die schon bei den von der Natur weniger begünstigten Thieren vorhanden sind; bald wird dieses Resultat durch einfachere, und wenn man so sagen darf, ökonomischere Mittel herbeigeführt. So wird in sehr vielen Fällen die Lokalisirung der Funktionen durch eine einfache Modifikation im Baue der schon bei andern, weniger vollkommenen Thieren bestehenden Theilen hervorgerufen — durch eine Modifikation, welche diese Organe zu dieser oder jener Arbeit weitentlich geeignet macht, während sie bei den vorigen so gebildet waren, daß sie auch zugleich zu andern Zwecken dienen können. Als Beispiel zu dieser Specialisirung der Organe, wollen wir die Unterschiede anführen, welche die Natur in die Bildungsweise der Glieder verschiedener Thiere, die den Krebsen benachbart sind und, wie diese, zur Klasse der Crustaceen gehören, eingeführt hat. Bei dem Molukkenkrebse (Limulus) (Fig. 119) umgeben die Gliedmaßen des Kopf- und Brustlheils unmittelbar den Kopf und sind so gebaut, daß sie alle als Füße für die Ortsbewegung, und zugleich mit ihrem freien Ende als Greiforgane und mit ihrer Basis als Kinnladen funktioniren können; indessen können sie, wie man sich leicht einbilden kann, nicht allen diesen Funktionen nachkommen, ohne daß sie

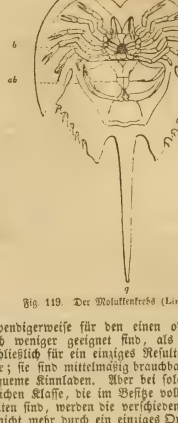


Fig. 119. Der Molukkenkrebs (Limulus). *

nothwendigerweise für den einen oder andern Gebrauch weniger geeignet sind, als wenn ihr Bau ausschließlich für ein einziges Resultat berechnet sein würde; sie sind mittelmäßig brauchbare Füße und sehr unbequeme Kinnladen. Aber bei solchen Thieren der nämlichen Klasse, die im Besitze vollkommenerer Fähigkeiten sind, werden die verschiedenartigen Funktionen nicht mehr durch ein einziges Organ ausgeführt; denn jede Funktion gehört einem besondern Organe an, und diese Organe sind dennoch nur diese nämlichen Glieder, wovon die einen ausschließlich zur

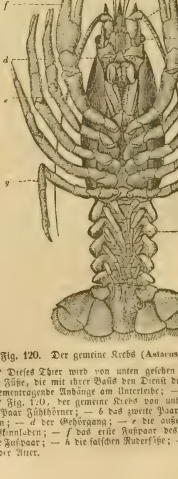


Fig. 120. Der gemeine Krebs (Astacus fluviatilis F.). **

* Dieses Thier wird von unten gesehen: — b der Mund; — p die Füße, die mit ihrer Basis den Dienst der Kinnbacken thun; — ab fremdartigere Anhänge am Unterleibe; — q der Schwanz.

** Fig. 120, der gemeine Krebs von unten gesehen: — a das erste Paar Fühlhörner; — b das zweite Paar Fühlhörner; — c die Augen; — d der Gebärgang; — e die äußeren Fußkinnladen oder Hülfsfinnladen; — f das erste Fußpaar des Thorares; — g das fünfte Fußpaar; — h die falschen Ruderfüße; — i der Ruderschwanz; — j der Anus.

Kauung, andere zum Ergreifen, und wiederum andere zur Ortsbewegung bestimmt sind; z. B. bei dem gemeinen Krebse (Fig. 120) sind die unmittelbar den Mund umgebenden Glieder jedem andern Dienste entzogen, um nur spezielle Organe für das Kauen zu sein; ein anderes Paar Glieder ist weder zum Zertheilen der Nahrungsmittel, noch zur Ortsbewegung zu gebrauchen, sondern sind nur zum Ergreifen tauglich, und eine dritte Reihe Glieder ist ausschließlich an die Ortsbewegung gebunden, und unter diesen sind die einen bloß zum Gehen geeignet, während andere Ruder zum Schwimmen bilden, deren das Thier nicht bedarf, wenn es sich auf dem Boden bewegt.

Diese Tendenz der Natur, eher einen und denselben Theil des Thierkörpers zu verschiedenen Verrichtungen, je nach den Bedürfnissen des Thieres, geeignet zu machen, als für jede Funktion ganz neue Theile zu schaffen, spricht sich auch noch dann aus, wenn man unter sich solche Arten vergleicht, die zu einer verschiedenartigen Lebensweise bestimmt sind. Wir sind bereits auf merkwürdige Beispiele dieser Art in der Bildungsweise der Gliedmaßen bei den Wirbelthieren gestoßen, denn wir haben bei diesen Thieren bemerkt, daß vielelben Theile, nur mehr oder weniger stark in ihrem Baue modifizirt, bald einen Fuß zum Gehen, bald eine Hand bilden, und bei vielen Thieren in eine Flosse oder einen Flügel umgebildet sind (siehe §. 289 ꝛc.).

Fig. 121 Der Kauapparat des gemeinen Krebses. *

Wenn wir im Verlaufe dieser Betrachtungen an das Studium der Insekten kommen, so werden wir andere, nicht weniger interessante Thatsachen dieser Art bezeichnen, wir werden uns hier mit der Bemerkung begnügen, daß die Anatomen mit dem Namen *analoge Theile* solche Organe bezeichnen, die, so verschieden sie auch in Form und Anwendung sind, einfache Umbildungen von dem zu sein scheinen, was man ein und dasselbe anatomische Element nennen könnte.

§. 351. In der Regel ändert die Natur den Bau der Thiere mittelst jener Umbildungen ab. Sie scheint die größtmögliche Mannigfaltigkeit in ihren Produktionen gewollt zu haben, indem sie jedoch am wenigsten wesentlich verschiedene Materialien dazu aufwandte, auch scheint sie ihre Zuflucht zur Erschaffung wesentlich neuer Theile erst dann genommen zu haben, nachdem sie die Combinationen, wozu die schon in andern Organismen bestehenden Theile dienen konnten, erschöpft hatte. An diese Einrichtung schließt sich auf eine innige Weise ein anderes Streben an, welches uns alsbald entgegentritt, wenn wir die verschiedenen Thiere hinsichtlich ihres Baues mit einander vergleichen; dies ist nämlich das Streben zur Gleichförmigkeit in der organischen Zusammensetzung.

Es wäre absurd, wenn man behaupten wollte, daß alle diese Wesen nach einem und demselben Plane gebildet und aus gleichen Materialien zusammengesetzt seien; nimmt man aber bei der Vergleichung sehr complizirte Thiere als Norm an, so sieht man, daß die andern gewöhnlich die Hauptzüge davon wieder hervorbringen; diese letzteren scheinen nur mehr oder weniger vereinfacht und durch die Umbildungen analoger Theile, so wie durch den Mangel einer gewissen Anzahl dieser Theile oder durch das Vorhandensein von Organen, womit die vorigen nicht versehen sind, auf mannigfaltige Weise verändert zu sein. Ein Frosch differirt z. B. von dem Menschen bedeutend, und dennoch kann man in der allgemeinen Anlage seiner Organisation Spuren von dem Plane erkennen, wonach der menschliche Leib gebaut ist. Betrachtet man das Ganze des Thierreichs, so ist es schwierig, überall diese Analogie in dem allgemeinen Plane zu erkennen; beschreibt man aber um das Feld der Beobachtungen einen engern Kreis, so sieht man deutlich, daß die Thiere ungeachtet ihrer unermeßlich großen Anzahl und ihrer erstaunlichen Mannigfaltigkeit alle nach wenigen *Hauptypen* gebildet sind. Wir werden dies nachweisen, sobald wir die zoologischen Classificationen abhandeln werden, denn erst nach der Betrachtung dieser allgemeinen Typen stellt man die ersten Abtheilungen des Thierreichs fest.

§. 352. Wenn man die vergleichende Untersuchung der Unterschiede, welche die Thiere voneinander scheiden, weiter verfolgt, so sieht man, daß die großen Modifikationen in der Bildungsweise dieser Wesen nach und nach vorbereitet worden zu sein scheinen. Der Uebergang von einem Organisationsplane zum andern geschieht nicht sprungsweise, sondern nur mit Hülfe zahlreicher Schattirungen, die zwischen die unterscheidenden Typen treten und diese miteinander verbinden; um dieses Streben anzuzeigen, sagt man häufig: Natura non facit saltum.

Es wäre nichts leichter, als eine Menge Beispiele von obigem Gesetze der thierischen Schöpfung anzuführen, doch wird für uns ein einziges hinreichen, um die Gedanken unserer Leser auf die verschiedenen Arten der natürlichen Verbindungen, die auf diese Weise zwischen den Wesen bestehen, zu fixiren. Zwei wohl voneinander unterschiedene Organisationspläne werden uns durch die Eidechse und den Karpfen dargeboten; die allgemeine Form des Körpers, die Lebensweise, die Respirationsweise, der Bau und der Circulationsapparat sind bei diesen beiden Thieren bedeutend verschieden; aber der Salamander, der Axolotl (Fig. 122),

Fig. 122. Der Axolotl (Siredon).

der Lepidosiren (Fig. 123) und einige andere Thiere

Fig. 123. Lepidosiren

* Die sechs Paar Glieder, welche den Kauapparat zusammensetzen, einzeln dargestellt: — *a* die Kinnbacken; — *b*, *c* das erste und zweite Paar Kinnladen; — *d*, *e*, *f* die drei Paar Ölfüßchenfaden oder Kinnfadenfüße.

zeigen und Organisationsweisen, die zwischen diesen beiden Typen stehen, und bilden solche stufenweise Uebergänge von dem einen zum andern, daß es manchmal schwer zu sagen ist, ob dieses oder jenes Thier als ein Fisch oder als ein Reptil betrachtet werden soll. Diesen Uebergängen von einer Form zu einer andern begegnet man nicht bloß, wenn man verschiedene Thiere unter sich vergleicht, — man beobachtet sie auch oft bei einem und demselben Thiere auf seinen verschiedenen Entwicklungsstufen; so zeigen z. B. die Frösche bei ihrer Geburt alle wesentliche Merkmale der Fische und treten nur allmählig in die den Reptilien eigenthümliche Bildungsweise ein (Fig. 124 bis 128). Diese

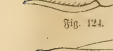


Fig. 124.

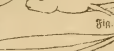


Fig. 125.

Fig. 126.

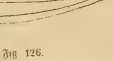


Fig. 127.

Fig. 128.

Fig. 124—128. Metamorphosen des Frosches.

Uebergänge eines und desselben Thieres zeigen nun häufig eine große Aehnlichkeit mit dem Zustande, der für andere Arten permanent ist; daraus geht hervor, daß das Studium dieser zoologischen Uebergänge nicht bloß zur Kenntniß einer Art Verwandtschaft zwischen den Thieren mit oft sehr verschiedenen Formen hinführt, sondern auch ein philosophisches Interesse einer höhern Art darbietet; denn sie scheint uns einige Andeutungen von dem Gange, den der Schöpfer aller Dinge in der Erschaffung der so mannigfachen Produkte des animalischen Reiches genommen hat, geben zu können.

§. 353. Dieses Streben der Natur, den Bildungsplan der Wesen nur stufenweise zu ändern, zeigt sich bei den Thieren manchmal auf eine so evidente Weise, daß man ihn unmöglich verkennen kann; es bildet in der That oft eine große Anzahl von ihnen eine ununterbrochene Reihe oder Kette, in welcher sich der Bau der verschiedenen Arten vereinfacht oder complizirter wird, und sich auf verschiedene Weise modifizirt, um sie für die besonderen Bedürfnisse anzupassen, in welcher aber die Bande der Aehnlichkeit jede Thierart mit der benachbarten zu verknüpfen scheinen. Manchmal jedoch flößt man in dieser Reihe auf eine Lücke, wodurch die Verbindungen zwischen zwei Typen unterbrochen erscheinen. Dies bemerkt man z. B. wenn man die Vögel mit den übrigen Wirbelthieren, d. h. mit den Säugethieren, den Reptilien und den Fischen vergleicht; sie finden sich, so zu sagen, isolirt und mit keiner anderen Klasse des Thierreichs durch stufenweise Uebergänge verbunden; aber in allen Fällen findet man wiederum einige Spuren von vermittelnden Formen; wenn die Lücke beträchtlich ist, so beruht dies eher auf dem Untergange einiger vermittelnder Glieder, als auf einem Nichtvorhandensein in dem allgemeinen Plan der Schöpfung; will man sich davon überzeugen, so werfe man nur einen Blick auf die fossilen Ueberreste von Thieren, welche seit langer Zeit von der Erdoberfläche verschwunden sind, welche aber als Zeugen von der Unveränderlichkeit der zoologischen Gesetze dienen können.

Einige Naturforscher waren der Meinung, daß diese stufenweisen Modifikationen der Organisation stets in einer und derselben Linie stattgefunden hätten, und daß folglich das ganze Thierreich von der einfachsten Monade an bis zum Menschen nur eine einzige Reihe bilde. Sie haben eine Art Kette oder zoologische Leiter zu construiren gesucht, worin jedes Thier im Verhältniß seiner organischen Verwandtschaften und des Grades der Vollkommenheit in dem Baue seinen Platz finden würde; dieser Versuch war aber ein vergeblicher, denn die Thierreihe ist nicht eine einzige; die Thiere scheinen viele Reihen zu bilden, welche bald parallel nebeneinander herlaufen, bald divergiren und sich zu verschiedenen Höhen erheben. Es ist nicht einmal möglich, sie in eine einzige Linie nach den relativen Graden der Zusammengesetztheit und der Vollkommenheit ihres Baus zu stellen, denn die Vervollkommnungen sind bald an dieses, bald an jenes Organ gebunden, und diese oder jene Art, die z. B. in Bezug auf die Funktionen der Ernährung über irgend einer andern stünde, könnte hinsichtlich seiner Ortsbewegungsorgane weit unter ihr stehen. Erhebt man sich im Thierreich von den Spongien oder von der Monade an bis zum Menschen hinauf, so bemerkt man eine stufenweise Vervielfältigung, und ohne Mühe gewahrt man, daß die Mollusken über den eben erwähnten Zoophyten stehen, daß die Reptilien die Fische in dieser Hinsicht übertreffen, daß ferner die Fische in ihrer Organisation mehr als die Mollusken und die Reptilien mehr als die Fische sind, daß sich die Vögel vollkommener als die Reptilien zeigen, und daß endlich alle diese Thiere weniger reich als die Säugethiere begabt sind. Aber diese Stufenfolge besteht in der That nur bei Thieren, welche man als Typen oder Grundformen einer jeden Gruppe betrachten kann, und häufig tritt der Fall ein, daß gewisse Arten einer untern Gruppe nur einen vollkommeneren Bau und vollkommenere Fähigkeiten besitzen, als die niedersten Arten einer Gruppe, deren Haupterepräsentanten eine weit reichere Organisation inne haben, als die aller vorhergehenden. So gibt es z. B. Fische, gewisse Lampreten, welche in vielen Beziehungen unter gewissen Mollusken, z. B. dem großen Meerpolyp (Octopus vulgaris) stehen; dies sind jedoch nur Ausnahmen, und zeichnet man mit groben Zügen das Hervorstechendste des ausgedehnten Gemäldes der Natur, so darf man diese Ausnahmen auch vernachlässigen, gleichwie man die kleinen Unebenheiten des Bodens außer Acht läßt, wenn man mit einem einzigen Blick die allgemeine Gestalt einer Gebirgskette überschaut. Bedeutender sind jene Hindernisse, die sich der Einreihung der Thiere in Linien entgegensetzen, wenn sie aus der Verschiedenheit der Wege, die von der Natur in ihrem Vorwärtsschreiten eingeschlagen worden, und aus dem Streben, jeden Typus stufenweise zu vervollkommnen, entspringen; so kann man z. B. den Insekten weder vor noch nach den Mollusken einen Platz anweisen, ohne einige der am meisten in die Augen springenden zoologischen Verwandtschaften zu verletzen; und wollte man die natürliche Verkettung der Thiere und die verschiedenen Grade von Vollkommenheit, die man in ihrem Baue gewahrt, durch eine Figur darstellen, so dürfte man das Thierreich nicht mit einer Leiter, sondern vielmehr mit einem Flusse vergleichen, der schwach an seiner Quelle, sich nach und nach vergrößert, jemehr er sich dem Meere nähert, der aber nicht all sein Wasser in einem einzigen Bette dahin fließen läßt, sondern sich in mehr oder weniger zahlreiche Arme theilt, welche sich bald nach einem mehr oder weniger langen Laufe wieder vereinigen, bald getrennt bleiben oder sich sogar im Sande verlieren und für immer verschwinden, bald in einiger Entfernung von Neuem hervorströmen, um ihren Weg bis zum gemeinsamen Ziele hin fortzusetzen.

§. 354. **Natürliche Verwandtschaften und Analogien im Bau der Thiere.** In Folge des Strebens, das die Natur für die Beibehaltung eines allgemeinen Planes mitten unter zahlreichen Modifikationen in dem Baue der Thiere zeigt, bildet sich

auch eine Art Verwandtschaft, welche häufig mehrere dieser Wesen zusammenrückt und die sogenannten natürlichen Verwandtschaften bildet. Diese Verwandtschaften werden um so inniger sein, eine je geringere physiologische Wichtigkeit die jedem Thiere zukommenden Eigenthümlichkeiten im Baue für die verschiedenen Theile haben und je weniger Veränderungen sie in dem allgemeinen Plane der Organisation herbeiführen. So sind der Löwe, der Tiger, die Katze Thiere, die unter sich die größte Verwandtschaft zeigen, weil sie, trotz einiger untergeordneten Details, auf eine und dieselbe Weise gebildet sind; noch ziemlich groß ist die Verwandtschaft zwischen dem Löwen und dem Hunde, weil von dem einen Thiere zum andern der allgemeine Plan der thierischen Oekonomie nur schwache Veränderungen erlitten hat. Hingegen sind die natürlichen Verwandtschaften zwischen dem Löwen und Haifisch außerordentlich schwach, weil der Bau dieser beiden Thiere in allen Punkten ausgenommen in der allgemeinen Anlage derjenigen Theile, welche den Typus der Wirbelthiere bezeichnet, verschieden ist; endlich ist die Verwandtschaft zwischen einem Fische und einer Auster so zu sagen Null, weil diese beiden Geschöpfe nach wesentlich verschiedenen Planen gebildet sind.

§. 355. Doch sind diese Fundamentalähnlichkeiten nicht die einzigen, die unter den Thieren bemerkt werden, und nicht selten ist es der Fall, daß man bei Thieren, die verschiedenen Typen angehören, auf Modifikationen einer und derselben Art stößt. Diese Aehnlichkeit, die nicht auf dem Grund der Sache selbst beruht, sondern bloß auf der Art und Weise, womit gewisse Organe mit den Bedürfnissen des Thieres in Uebereinstimmung gebracht worden sind, wird gewöhnlich mit dem Worte Analogie bezeichnet und darf nicht mit der natürlichen Verwandtschaft verwechselt werden; die Verwandtschaft rührt von der mehr oder weniger vollständigen Identität des Typus, die Analogie dagegen von der Aehnlichkeit im Einzelnen her. So sind die Fledermaus (Fig. 85) der Pteradactylus und der Dasypterus (Fig. 87) Thiere, die fast keine zoologische Verwandtschaft zeigen, weil das eine den Typus der Säugethiere, das andere den Typus der Reptilien und das dritte den der Fische an sich trägt; sie haben aber unter sich merkwürdige Analogien, denn sie sind alle für den Flug gebildet und zu diesem Behufe mit häutigen Flügeln, die von Fingern unterstützt werden, versehen worden. Auffallende Analogien können bei Thieren vorkommen, die ganz und gar unähnlichen Grundformen angehören, und wenn man die verschiedenartigen, durch die Thiere wegen ihrer zoologischen Aehnlichkeit gebildeten Gruppen miteinander vergleicht, so glaubt man sogar ein Streben in der Natur, jeden Typus durch eine Reihe analoger Modifikationen hindurchgehen zu lassen, zu gewahren. So sieht man unter den Insekten, den Arachniden und den Crustaceen den allgemeinen Plan in der jeder Thierklasse eigenen Organisation sich auf ähnliche Weise modifiziren, je nachdem sich das Thier von festen Nahrungsmitteln ernähren oder als Parasit leben soll, indem es die Flüssigkeit eines andern Wesen aussaugt.

§. 356. **Organische Uebereinstimmung.** Mitten unter den in Form und Bau zahllosen Variationen, die uns durch die Thiere dargeboten werden, entdeckt man also eine gewisse allgemeine Uebereinstimmung, welche in allen Theilen dieser weiten Schöpfung zu herrschen scheint; zieht man den Kreis um das Feld der Beobachtung noch enger, nicht um sich mit der Gesammtheit des Thierreichs, sondern mit der Gesammtheit der Theile, woraus jedes Wesen zusammengesetzt ist, zu beschäftigen, so gewahrt man auf eine noch evidentere Weise die Zeichen eines Coordinationsprincips, denn der Thierleib ist niemals eine Vereinigung einander widersprechender und wie durch Zufall mit einander vereinigter Theile; diese Theile sind alle in einer mehr oder weniger großen Abhängigkeit von einander, und eine constante Uebereinstimmung herrscht zwischen der besondern Bildung eines jeden Organes und der Gesammtheit der Organisation. Diese Uebereinstimmung im Baue ist manchmal so leicht zu entdecken, daß die Zoologen in gewissen Fällen bloß durch das Erkennen eines einzelnen Organes den Bau des übrigen Körpers errathen und aus dieser oder jener Eigenthümlichkeit in dem Baue als nothwendige Folgen fast die ganze Geschichte des Thieres abzuleiten vermögen. So können wir durch die bloße Betrachtung des Zahnes, der in der hier beigefügten Figur gezeigt wird, sagen, daß das Thier, dem er angehörte, ein zum Tragen dieses Organs, so wie auch zum Unterstützen aller andern Körpertheile bestimmtes Knochengerüst haben mußte; es hatte also ein Gelenk; aber dieses Fig. 129. Ein Löwenzahn.

Skelet bestand niemals, ohne daß es eine Cerebro-Spinalaxe zu beschützen hat; darum nun, daß das Thier einen Zahn hatte, besaß es also nothwendig ein großes und kleines Gehirn, ein Rückenmark und zahlreiche Nerven; und sowohl dieses Gehirn, als dieses Nerven setzen ihrerseits wieder Sinnesorgane voraus, welche die Beziehungen des Thieres zur Außenwelt zu vermitteln hatten; wegen der Form dieses Zahnes kann man ferner behaupten, daß er einem Thiere mit einem sehr vollständigen Circulationsapparate angehörte, dessen Knochen sich so entwickeln, daß sie um die Zahnkeime eine tiefe Zelle bilden — ein Charakter, welchen man nur bei gewissen vierfüßigen Thieren wahrnimmt; man kann sogar behaupten, daß dieses Thier ein Säugethier war; aus der Form dieses Zahnes ersieht man auch noch, daß er zum Zerschneiden des Fleisches bestimmt war; er gehörte also einem vierfüßigen Fleischfresser an; um aber dieses Fleisch, wovon sich das Thier ernährte, zu verdauen, mußte es einen Magen und einen Darmkanal haben, wovon der eine und der andere auf eine bestimmte Weise gebaut war; und um sich seiner Beute zu bemächtigen, mußte es Organe zur Ortsbewegung und zum Ergreifen besitzen. Indem man so fortschließt, gelangt man zur Bestimmung der am meisten hervortretenden Kennzeichen oder Merkmale (Charaktere) des Thieres; die Beziehungen, die zwischen den verschiedenen Theilen der thierischen Oekonomie bestehen, stehen so fest, daß wir selbst in Fällen, wo uns der Grund dieser Beziehungen unbekannt ist, oft sicher sein können, daß sie niemals fehlen werden, und uns derselben auf eine empirische Weise bedienen können, um die Geschichte des Thieres, das man untersuchen will, zu ergänzen. Auf diese Weise gelingt es uns häufig, mittelst äußerlicher Zeichen oder Merkmale den Bau der versteckesten Organe gleichsam aufzuspüren, und so ist man auch durch die Untersuchung der in den verschiedenen Erdschichten vergrabenen Knochenüberreste zur Kenntniß der Bildungsweise einer Menge Thiere gelangt, deren völliger Untergang lange Zeit vor dem Auftreten des Menschen auf der Erde erfolgte. Cuvier ist es zuerst gelungen, die verloren gegangenen Thiere so zu sagen wieder herzustellen, und dies ist eines der glänzendsten Verdienste dieses ausgezeichneten Naturforschers.

§. 357. Wenn man diese organische Uebereinstimmung, die im Baue eines jeden Thieres herrscht, studirt, so überzeugt man sich alsbald von einem andern nicht weniger wichtigen Gesetze, welches das der Unterordnung der Charaktere ist. Man sieht auch in der That, daß die verschiedenen Theile des Thierleibes nicht im gleichen Grade wichtig sind; daß gewisse Organe zahlreiche Unterschiede zeigen kön-

nen, ohne daß diese Modifikationen von irgend einer Veränderung in dem übrigen Körper begleitet sind, während es dagegen Organe gibt, auf deren Modifikationen immer entsprechende Veränderungen in dem allgemeinen Plane des Thiers folgen und diese herbeizuführen oder zu gebieten scheinen. Diese herrschenden Organe sind immer diejenigen, welche die wichtigste physiologische Rolle spielen, und je bedeutender ihr Einfluß auf das Ganze und auf die Organisation ist, desto mehr Beständigkeit bieten sie in ihrem Baue dar; der Anatom kann also auf irgend eine Weise die Wichtigkeit eines Organes in dieser oder jener Thierklasse durch die Beständigkeit oder Veränderlichkeit seiner Charaktere messen und wird durch den Grad der physiologischen Wichtigkeit der Organe in der Wahl solcher Theile, deren Variationen ihn werden auftklären können über die durch die Natur in den allgemeinen Plan der Wesen übergetragenen Modifikationen, geleitet werden müssen.

§. 358. Wenn uns die engen Gränzen dieses Buchs nicht zur Kürze nöthigten, so würden wir gerne in das Detail der Natur der Unterschiede und der Aehnlichkeit, welche die Thiere unter sich haben, eingegangen sein, denn wir würden noch andere Thatsachen, die dazu beizutragen scheinen, das große Werk der Schöpfung zu regeln, zu bezeichnen gehabt haben; wir hätten z. B. zeigen können, wie das Streben nach Wiederholung auf die Constitution der Thiere influirt und die Bildung einer mehr oder weniger bedeutenden Anzahl gleichartiger oder homologer Theile in dem Körper eines jeden Wesens herbeiführt; wie ferner das Princip der Verbindungen gewöhnlich den durch jedes Organ in der Gesammtheit der thierischen Maschine eingenommene Platz ordnet und oft vorauszehen läßt, wie sich diese Maschine wird vereinfachen oder vergrößern können; wie endlich das Streben nach organischem Gleichgewicht gewöhnlich einen Zustand mehr oder weniger großer Unvollkommenheit in gewissen Theilen der thierischen Oekonomie herbeizuführen scheint, wenn andere Theile eine große Entwicklung nehmen, als ob die Lebenskraft des Thieres für eine außerordentliche Arbeit in einem Punkte der Organisation nicht hinreichen könnte, ohne sich in irgend einer Art von den andern Körpertheilen zurückzuziehen, um sich auf einen einzigen Gegenstand zu concentriren. Diese Betrachtungen, wozu wir reichlichen Stoff in den Schriften des Geoffroy Saint-Hilaire, eines berühmten Naturforschers, schöpfen könnten, würden weder des Nutzens noch des Interesses ermangeln, allein es fehlt uns der Raum, um uns hier damit zu beschäftigen, und das über diesen Gegenstand Gesagte scheint uns hinreichen zu müssen, um zu zeigen, daß die Natur in ihren Schöpfungen immer nach Maß und Regel verfährt; daß das Thierreich, weit entfernt, eine confuse Zusammenstellung unvereinbarer Wesen zu sein, wie man beim ersten Anblick glauben könnte, sich vor den Augen des aufmerksamen Beobachters als ein weitausgedehntes Gemälde enthüllt, wo Alles aneinander gekettet und in Harmonie ist; endlich daß die zoologischen Gesetze, deren Vorhandensein wir gleichsam im Vorbeigehen sehen konnten, eben so einfach als allgemein sind.

Eintheilung der Thiere.

§. 359. **Gegenstand und Natur der zoologischen Classifikationen.** So oft der Mensch seine Aufmerksamkeit auf verschiedenartige Gegenstände lenkt, ist er natürlich veranlaßt, sie in seinem Geiste zu gruppiren und die verschiedenen, auf diese Weise gebildeten Gruppen unter einem besondern Namen oder Zeichen vorzustellen. Diese Tendenz zur Classification ist eine der merkwürdigsten Eigenschaften unseres Verstandes, welche mächtig zur Erleichterung seiner Operationen beiträgt. Es läßt uns auf Beobachtung der besondern Fälle zu allgemeinen Betrachtungen erheben, mit Schnelligkeit die zwischen den verschiedenen Dingen herrschenden Beziehungen auffassen und daraus abstrakte Begriffe bilden. Auch zeigt sie sich von dem Zeitpunkte an, wo unsere geistigen Kräfte anfangen, sich zu üben, und in allen Arbeiten unseres Geistes läßt sich ihr Einfluß bemerken. Das Kind, das denken und sprechen lernt, gehorcht diesem so zu sagen unterrichtenden Streben, wenn es den gleichen Namen lallt, um damit seinem Vater und alle andern Personen, die es sieht und dennoch nicht mit jenem verwechselt, zu bezeichnen; die gewöhnliche Sprache gibt die Hälfte seiner Ausdrücke hin, um damit Gruppen von Ideen oder Sachen zu bezeichnen, die aus ihrer Classification in unserem Geiste hervorgehen; diese Disposition zur Classification spricht sich nicht weniger in den höchsten Operationen unseres Geistes aus, denn die moralischen und physischen Wissenschaften beruhen ebensowohl auf der Eintheilung der Thatsachen, als auf ihren Beobachtungen.

Dieses Bedürfniß, in unserem Geiste die in gewissen Beziehungen ähnlichen Dinge zu vereinigen, und jeder so gebildeten Gruppe ein repräsentirendes Ideal zu geben, ist gleichsam der Ursprung jeder Eintheilungsweise, und äußert sich in allen unsern Studien, ist aber nie gebieterischer, als wenn man die materielle Welt, wovon der Mensch selbst auch einen Theil ausmacht, kennen zu lernen sucht. Die Nothwendigkeit dieser Zusammenstellungen und Abstraktionen ist wirklich um so größer, je mehr die zu betrachtenden Gegenstände vervielfältigt sind; und die Zahl der uns umgebenden Körper ist so groß, daß die Einbildungskraft sogar davor erschrickt, und Jahrhunderte wären dem nöthig, der sich die individuelle Kenntniß davon verschaffen wollte. Um sich von diesen Körpern einen Begriff zu machen, ist also der Naturforscher genöthigt, sie in Gruppen zu bringen und sich jede derselben durch einen abstrakten Typus vorzustellen. Dies thun wir übrigens alle, wenn wir vom Menschen im Allgemeinen, vom Pferde oder von der Eiche sprechen. Wir vereinigen in Gedanken eine unermeßliche Anzahl Wesen, welche nicht gleichbedeutend (identisch) sind, sich aber mehr oder weniger gleichen, und von den individuellen Verschiedenheiten abstrahirend, geben wir jeder Gruppe einen Repräsentanten, und diesem Repräsentanten einen besondern Namen, wie z. B. das Wort Eiche oder Baum. Allein dieser erste Schritt zur Classification der Wesen genügt selbst dem gewöhnlichsten Geiste nicht, und von dem Augenblicke an, wo der Mensch seine Umgebung beobachtet, vereinigt er unter einem gemeinschaftlichen Typus auch solche Wesen, die unter sich noch mehr verschieden sind, aber im Allgemeinen Merkmale zeigen, wovon er angeregt wird; so repräsentirt man bei allen Völkern durch das Wort Vogel oder durch einen gleichbedeutenden Ausdruck eine zahlreiche Classe verschiedener Wesen, so bezeichnet man auch mit einem besondern Namen, wie z. B. Thier oder Pflanze, noch zahlreichere und heterogenere Zusammenstellungen.

Auf diese Weise sind wir nun wegen des unserem Geiste innohnenden Strebens zur Verallgemeinerung unserer Vorstellungen und Begriffe dahin geführt worden, daß wir unter den Naturkörpern mehr oder weniger ausgedehnte Gruppen bilden und jede derselben mit einem besondern Namen bezeichnen. So hat man schon seit den ältesten Zeiten diese Körper in drei Reiche unter dem Namen von Mineralreich, Pflanzenreich und Thierreich, getheilt, hat auf eine allgemeine Weise von den Fischen, den Reptilien ꝛc. gesprochen, und jede bekannte Art mit einem besondern Namen bezeichnet.

§. 360. Es stand lange Zeit an, bis die Naturforscher die Kunst der Classificationen weiter ausbohrten; als aber das Feld der Wissenschaften sich erweiterte, so hat man auch die Nothwendigkeit gefühlt, jedem auf diese Weise angewandten Namen eine genaue Definition zu geben. Die Gegenstände, die man betrachtet, unterscheiden und sie mit Gewißheit von andern erkennen lassen zu können, ist in der That eine Bedingung, ohne welche weder die erworbenen Kenntnisse mitgetheilt werden könnten, noch eine Wissenschaft möglich wäre. Um dahin zu gelangen, bedarf es noch mehr, als jedem Gegenstande, den man betrachtet, einen besondern Namen zu geben, man muß vielmehr auch jedem Namen eine solche Definition geben, daß man daraus immer den Werth zu erkennen und damit die richtige Anwendung zu machen vermag. Um die Geschichte der Thiere zu schreiben, ist ferner nicht nur ein großes Verzeichniß, worin alle diese Wesen ihren gehörigen Namen haben, sondern auch die Angabe solcher Charaktere nöthig, wodurch jenes Wesen erkannt werden kann.

Diese Kennzeichen oder Charaktere müssen so gewählt werden, daß sie immer anwendbar sind: es ist also nothwendig, daß die Thiere dieselben an sich tragen. Eigenschaften oder Gewohnheiten, die sich nur vorübergehend aussprechen würden, könnten diese Bedingung nicht erfüllen, es ist also evident, daß man in der Bildungsweise dieser Wesen diejenigen Züge aufsuchen muß, die überall am sichersten erkannt werden können.

Es giebt jedoch kein Thier, welches nur durch einen einzigen Zug seiner Bildung erkannt werden könnte: die Charaktere, die es von den einen unterscheiden, hat es mit andern gemein, und nur durch die Vereinigung mehrerer dieser Charaktere, deren Gesammtheit nicht sonstwo sich ebenfalls vorfindet, differirt es von allen andern Thieren. Je zahlreicher die Gegenstände sind, an deren Erkennung uns liegt, desto mehr bezeichnende Merkmale muß man zusammennehmen; und da die Zahl der Thiere unermeßlich groß ist, so geht daraus hervor, daß man, um ein einzelnes dieser Wesen zu erkennen, einer beinahe vollständigen Beschreibung desselben bedarf.

Es findet sich nun aber kein so starkes Gedächtniß, das solchen Anstrengungen gewachsen wäre; besäße man also nicht die Mittel, auf einem leichtern Wege zum Ziele zu gelangen, so würde das Studium der Naturgeschichte ewig im Zustande der Kindheit bleiben. Macht man aber unter den Thieren Abtheilungen und allmählig aufeinander folgende Unterabtheilungen, die selbst auch benannt und charakteristisch bezeichnet werden, so verschwindet ein großer Theil jener Schwierigkeiten; denn mit Hülfe weniger Züge und Namen kann man das Feld der Vergleichung bis zu einem solchen Grad begränzen, daß, wenn man den Gegenstand, womit man sich beschäftigt, erkennen will, man ihn nur von solchen, von denen er kaum verschieden ist, zu unterscheiden hat.

Dies ist auch in der That der von den Naturforschern angenommene Gang. Man theilt zuerst das Thierreich in eine gewisse Anzahl Gruppen ersten Ranges, wovon jede durch gewisse Eigenthümlichkeiten im Baue charakterisirt ist, dann theilt man wieder von Neuem eine jede dieser Gruppen, und bezeichnet gerade ebenso die untergeordneten oder secundären Gruppen; auch diese letzteren werden wieder getheilt, und diese Sectionen je nach dem Bedürfniß allmählig so vervielfältigt, bis man endlich zu einer Gruppe gelangt, wo die verschiedenen Individuen einer und derselben Art übrig bleiben.

Dieses Gebäude oder System von Abtheilungen, wovon die höheren die niederen enthalten, bildet die von den Naturforschern so genannte Classification oder Klasseneintheilung. Diese ist gleichsam eine Art systematischen Katalogs, in welchem alle Thiere nach einer gewissen Ordnung eingereiht und die systematischen Gruppen mit bestimmten Kennzeichen vereinigt sind, die sich wiederum zu Gruppen eines höhern Ranges verbunden finden.

§. 361. Der praktische Werth dieser Classification ist leicht einzusehen. Wenn ein Briefträger zur Aufsuchung einer Person, an die er einen Brief abzugeben hat, nichts weiter besäße, als das Signalement dieser Person, so würde seine Aufgabe wahrscheinlich beinahe unauflösbar sein; zeigt ihm aber die Adresse dieses Briefes zuerst das Land, dann nach und nach die Provinz, die Stadt, das Stadtviertel, die Straße, das Haus und endlich das Stockwerk des Hauses an, wo die zu suchende Person wohnt, so wird er sich seines Auftrags leicht zu entledigen wissen. Im gleichen Falle benutzt sich nun der Naturforscher, wenn er ein Thier erkennen wollte, indem er nach und nach die Beschreibung aller schon bekannten Thiere damit vergleicht, so würde er eine langwierige und mühevolle Arbeit auszuführen haben, während er mit Hülfe zoologischer Classificationen schnell zum Ziele gelangen wird, denn es wird für ihn weiter nichts nöthig sein, als zuerst zu bestimmen, zu welcher großen Abtheilung des Thierreichs die Art gehört, von der man den Namen bestimmen will, ferner zu welcher secundären Gruppe und zu welcher Unterabtheilung derselben u. s. f., indem man die Gränzen des Feldes der Beobachtung enger und enger zieht. Wenn er, ohne solcher Hülfsmittel sich zu bedienen, z. B. das Wort Hase bestimmen wollte, so müßte er eine lange Reihe von Merkmalen aufzählen, und um diese Definition anzuwenden, würde er die so gegebene Beschreibung mit der von mehr als hundert tausend verschiedenen Thieren zu vergleichen haben; wenn man aber sagt, daß der Hase ein Rückenwirbelthier aus der Klasse der Säugethiere, ferner aus der Ordnung der Nagethiere und aus der Gattung Lepus sei, so ersährt man durch das erste dieser Worte, wenn die Bedeutung derselben bekannt ist, daß der Hase weder ein Insekt, noch ein Mollusk, noch irgend ein anderes wirbelloses Thier ist; durch das zweite Wort wird man alle Fische, Reptilien und Vögel von der Vergleichung ausschließen; durch das dritte wird man erfahren, zu welcher Ordnung der Säugethiere der Hase gehöre; wenn man auf dieselbe Weise die Gattung, der er angehört, bestimmt hat, so wird man ihn nur noch mit einer kleinen Anzahl Thiere zu vergleichen haben, von denen er bloß durch einige, mehr oder weniger hervorstechende Züge verschieden ist; um ihn mit Sicherheit zu erkennen, werden alle einige Linien hinreichen. Es findet hier dasselbe Statt, als wenn man irgend einen Soldaten in einer Armee zu suchen hätte, deren sämmtliche Reihen und Glieder untereinander gemischt wären, oder dagegen in einer wohlgeordneten Armee, wo jede Division, jede Brigade, jedes Regiment, jedes Bataillon und jede Compagnie einen bestimmten Platz haben und bestimmte Zeichen mit sich tragen würde.

§. 362. **Künstliche und natürliche Classificationen.** Die zoologischen Classificationen (und wir könnten sogar sagen, die Classificationen im Allgemeinen) sind zweierlei Art: die einen sind willkürlich, die andern dagegen auf die Natur der classificirten Gegenstände und auf die Grade der Aehnlichkeit, die sie untereinander zeigen, gegründet. Die ersteren werden die künstlichen, die letzteren die natürlichen Classificationen genannt.

Um eine deutliche Vorstellung von diesen zwei Classificationsarten zu erhalten, wird uns ein Beispiel genügen, mit dem alle unsere Leser vertraut sein werden. Die Wörter einer Sprache sind künstlich eingetheilt, wenn man sie in einem Wörterbuch

alphabetisch nach den ersten Buchstaben eines Wortes ordnet. Dagegen werden die gleichen Wörter nach einer natürlichen Methode eingetheilt, wenn man sie in Hauptwörter, Zeitwörter, Beschaffenheitswörter ꝛc. zusammenstellt.

Bei den künstlichen Classificationen der Thiere gründet man die Abtheilungen auf die Modificationen, welche gewisse willkürlich gewählte Leibestheile zeigen; dagegen nimmt man bei den natürlichen Classificationen das Ganze der Organisation eines jeden Wesens in Betracht und stellt sie näher zusammen, oder entfernt sie voneinander, je nach den Graden der unter ihnen bestehenden Aehnlichkeit.

§. 363. Die ersteren dieser Classificationen, die man auch künstliche Systeme nennt, lassen sich in der Regel in der Praxis leicht anwenden; aber häufig lassen sie nichts von Belang erkennen, wenn es nicht der Name des Gegenstandes ist. Nehmen wir z. B. an, daß man bei der Eintheilung der Thiere die Anzahl der Gliedmaßen zur Grundlage wähle, so wird man in die Abtheilung der Vierfüßler die Ochsen, Frösche, Eidechsen ꝛc. stellen, während man diese letzteren von den Schlangen und einigen andern Reptilien, womit sie die größte Aehnlichkeit haben, denen aber das eine Gliederpaar abgeht, trennen wird; auf diese Weise ist man zwar sicher, die Thiere von einander unterscheiden zu können, aber die verschiedenen Schritte, welche man nach und nach zu diesem Zwecke gethan haben wird, werden beinahe nichts über ihre Natur gelehrt haben; bis zum letzten Augenblick wird man die widersprechendsten Dinge miteinander zu vergleichen haben, und man wird sich nicht zu allgemeinen, irgend eines Interesses würdigen Betrachtungen erheben können.

§. 364. Die letzteren der vorhin angegebenen Classificationen oder die natürlichen Methoden sind dazu bestimmt, in irgend einer Weise, die synoptische Tabelle von allen Modifikationen zu sein, welche die Natur in die Organisation der Thiere eingeführt hat. Bei diesen Methoden sind die verschiedenen Abtheilungen und Unterabtheilungen auf die Gesammtheit der Charaktere eines jeden Thieres gegründet und nach dem Grade ihrer relativen Wichtigkeit geordnet; die Thiere, welche eine Gruppe zusammensetzen, gleichen sich in um so mehr Punkten, in je weniger hohem Range diese Gruppe in dem Systeme der Classificationen steht; kennt man den Platz, den irgend ein Thier darin einnimmt, so kennt man auch die merkwürdigsten Züge seiner Organisation und die Art und Weise, wie sich seine Hauptfunktionen ausüben.

§. 365. Die bei einer natürlichen Classification zu befolgenden Regeln sind sehr einfach, zeigen aber bei ihrer Anwendung häufig außerordentlich große Schwierigkeiten.

Diese Regeln lassen sich in der That auf zwei zurückführen; denn der Zweck, den sich der Zoologe bei der Bildung einer solchen Classification vorsetzt, ist:

1) Die Thiere nach dem Grade ihrer gegenseitigen Verwandtschaften in natürliche Reihen zu bringen, d. h. sie so einzutheilen, daß die unter sich ähnlichsten Arten die benachbartesten Plätze einnehmen, und daß ihre Entfernung gleichsam das Maß ihrer Unähnlichkeit ist.

2) Aus dieser Reihe nach dem Princip der Unterordnung der Charaktere, d. h. im Verhältniß der Wichtigkeit der zwischen den Thieren herrschenden Unterschiede, Abtheilungen und Unterabtheilungen zu bilden.

§. 366. Um die natürlichen Verwandtschaften, die zwischen den verschiedenen Thieren bestehen, kennen zu lernen, hat man zuweilen blos die äußeren Formen dieser Wesen zu betrachten, denn diese Formen sind häufig der Ausdruck der innern Organisation; um sich z. B. von der Verwandtschaft zwischen der Katze und dem Tiger zu überzeugen, hat man nicht nöthig, die Anatomie dieser Thiere zu studiren. Aber in zahlreichen Fällen kann man sich nur dann über solche Fragen aussprechen, nachdem man die bezeichnenden Merkmale des innern Baues direct nachgewiesen hat, und manchmal würde man sich sogar der Gefahr aussetzen, das Verwandtschaftsband zu verkennen, wenn man sich mit der Untersuchung völlig ausgewachsener Thiere begnügte. So hatte man lange Zeit nicht die Beziehungen gekannt, die zwischen den Lernäen, die auf Fischen leben und Schmarotzerthiere mit bizarren Formen sind (Fig. 130), und jenen kleinen Süßwasser-Crustaceen bestehen, die unter dem Namen Cyclops (Fig. 132) bekannt sind, weil sie einander im erwachsenen Zustand nicht gleichen; sobald man aber ihre Entwicklung näher betrachtet hat, so ist man von ihrer Verwandtschaft überzeugt, denn in der ersten Jugend sind sie so wenig von einander unterschieden, daß man sie oft nur schwer von einander unterscheiden kann (Fig. 131 u. 133). Um die erstere der beiden weiter oben bezeichneten Bedingungen zu erfüllen, muß man noch andere Schwierigkeiten besiegen, die von der Vielfältigkeit der Beziehungen eines jeden Thieres mit den Thieren seiner Umgebung und von der Verschiedenheit der Uebergänge von einem Typus zum andern abhängen; dieser Umstände wegen ist es selbst unmöglich,

Fig. 130. Eine Lernäe.

Fig. 132. Der Cyclops.

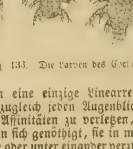


Fig. 133. Die Larven des Cyclops.

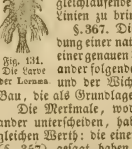


Fig. 131. Die Larve der Lernäe.

die Thiere in eine einzige Linearreihe zu stellen, ohne zugleich jeden Augenblick ihre gegenseitigen Affinitäten zu verletzen, vielmehr sieht man sich genöthigt, sie in mehrere gleichlaufende oder unter einander verzweigte Linien zu bringen.

§. 367. Die zweite Bedingung für die Bildung einer natürlichen Classification besteht in einer genauen Beziehung zwischen den auf einander folgenden Abtheilungen des Thierreichs und der Wichtigkeit der Modifikationen im Bau, die als Grundlage für diese Abtheilungen dienen.

Die Merkmale, wodurch sich die Thiere von einander unterscheiden, haben bei weitem nicht alle den gleichen Werth: die einen scheinen, wie wir schon oben (§. 357) gesagt haben, nur wenig oder gar keine physiologische Wichtigkeit zu haben, denn man sieht sie unter einander variiren, ohne daß diese Variationen Unterschiede in der übrigen thierischen Oekonomie herbeizuführen scheinen; andere hingegen ändern sich niemals ab, ohne daß diese Veränderungen mit bedeutenden Modifikationen in der Gesammtheit der Organisation im Zusammenhang stehen; sie scheinen einigermaßen diese Modifikationen zu gebieten, und in der Regel kann man sich diesen Einfluß erklären, wenn man die Function der Organe, woraus diese herrschenden Charaktere gezogen sind, betrachtet. Es geht daraus hervor, daß die in dem Systeme der Classificationen

einen sehr untergeordneten Rang einnehmenden Abtheilungen bloß auf untergeordnete Charaktere gegründet werden können, und daß die oberen Abtheilungen auf die Betrachtung der Charaktere müssen dafirt werden, welche um so mehr den Namen herrschende Charaktere verdienen, je mehr sie als Grundlage für die Gruppen eines höheren Ranges dienen.

Um zu einer natürlichen Classification der Thiere zu gelangen, muß man also vor allen Dingen den Bau, die Funktionen und die Entwicklungsweise dieser Wesen erkennen; aber auch die herrschenden Charaktere in der Organisation eines jeden Thieres muß man kennen zu lernen und ihren relativen Werth zu schätzen suchen. Dazu gelangt man bisweilen ziemlich leicht, sei es nun durch physiologische Betrachtungen, sei es bloß durch die Anatomie. So hat man die Bemerkung gemacht, daß die der Veränderung am wenigsten unterworfenen Theile der verschiedenen Thiere fast immer diejenigen sind, welche sich als die wichtigsten zeigen und durch ihre Modifikationen am meisten Veränderung in den übrigen Theilen der Organisation herbeiführen, während diejenigen Theile, deren Struktur am veränderlichsten ist, in der thierischen Oekonomie nur secundäre Rollen spielen und nur einen geringen Einfluß auf die allgemeine Bildung des Thieres ausüben. Es geht daraus hervor, daß die Unveränderlichkeit ein Merkmal der organischen Herrschaft ist, und daß die zur Unterscheidung sehr zahlreicher Gruppen geeigneten Merkmale, in der Regel auch zugleich sehr wichtige Züge für die Geschichte der Thiere sind, während diejenigen, die sich von einer kleinen Gruppe zur andern abändern, gewöhnlich nicht viel Interesse darbieten. In den meisten Fällen kann man auch aus der Beschaffenheit und dem Grade der Entwicklung der Fähigkeiten, wovon das auf diese Weise modificirte Organ das Werkzeug ist, bis auf einen gewissen Grad den zoologischen Werth einer Modifikation im Baue erkennen. In andern Fällen hingegen bietet die Bestimmung der herrschenden Charaktere beträchtliche Schwierigkeiten dar, und nicht immer ist die Analogie ein sicherer Führer; denn die Wichtigkeit eines Organes kann sich bedeutend von einem Thiere zum andern abändern und dieser oder jener Theil, der bei gewissen Thieren gleichsam die ganze thierische Oekonomie beherrscht, findet sich an einem andern Orte von seinem Range herabgekommen und zu einer untergeordneten Rolle zurückgeführt.

§. 368. Die Anatomen sind weit entfernt, die Anatomie und Physiologie aller Thiere zu kennen; auch sind sie noch weit davon entfernt, über die relative Wichtigkeit einer großen Anzahl Modifikationen in dem Bau der Thiere im Klaren zu sein. Es ist also klar, daß sie bei dem gegenwärtigen Zustand der Wissenschaft keine vollkommen natürliche Classification besitzen können, auch darf man sich nicht wundern, die Schriftsteller unter sich in der Wahl der für die Eintheilung gewisser Theile des Thierreichs vorgeschlagenen Methoden differiren zu sehen, noch darf es befremden, wenn diese Methoden jeden Tag Modifikationen erleiden. In dem Maße, als es uns gelingen wird, die Gegenstände besser kennen zu lernen, welche wir nach ihrer innern Natur zu classificiren suchen, werden wir auch ihre gegenseitigen Beziehungen besser aufzufassen und die Abschnitte zu würdigen wissen, welche man nothwendig bilden muß, um in unsere Classificationen die Verschiedenheit und Aehnlichkeit unter den Thieren zu zeigen. Diese Classification wird sich nothwendig mit unsern Kenntnissen über die Organisation zugleich vervollkommnen, und ihre Veränderlichkeit ist, weit entfernt von einem Mangel, nur eine nothwendige Folge ihrer Vervollkommnungsfähigkeit.

§. 369. Die Einführung der natürlichen Methoden in die Classification der lebenden Wesen ist einer der größten Dienste, die man der Naturgeschichte geleistet hat; sie hat dieser Wissenschaft eine andere Gestalt und demjenigen Theile der Botanik und der Zoologie, welcher bis dahin der trockenste, der dürreste, gewesen war, ein mächtiges Interesse gegeben; wir dürfen daher nicht unterlassen, die Gelehrten hier anzuführen, denen man diese glückliche Neuerung verdankt.

Es waren die Pflanzen, die man zuerst in natürliche Familien zusammenstellte. Bis dahin classificirte man sie bloß nach der Anzahl ihrer Staubfäden und Staubwege, oder nach irgend einem andern willkürlich und ohne Rücksicht auf ihre Analogien gewählten Merkmale; allein gegen die Mitte des vorigen Jahrhunderts hatte ein französischer Botaniker, Bernhard von Jussieu, den glücklichen Gedanken, sie nach ihrer gesammten Organisation abzutheilen und sie nach der Betrachtung ihrer herrschenden Charaktere in Gruppen zu bringen; sein Neffe Antoine Laurent de Jussieu, der diese Idee auf das ganze vegetabilische Reich anwandte, schuf die natürliche Methode, welche heutzutage von allen Naturforschern angenommen ist.

In einer noch neuern Epoche sind die Grundsätze der natürlichen Methoden auch als Grundlage für die Classification der Thiere angenommen worden, und größtentheils gebührt Cuvier der Ruhm ihrer Anwendung.

§. 370. **Die Eintheilungsweise des Thierreichs.** Das Thierreich ist nur aus Einzelwesen oder Individuen zusammengesetzt, allein unter diesen gibt es eine gewisse Anzahl, die unter sich eine außerordentlich große Aehnlichkeit haben und sich wieder mit den nämlichen wesentlichen Merkmalen erzeugen; die Vereinigungen der nach einem gleichen Typus gebildeten Individuen constituiren die Arten, species. So bilden z. B. die Menschen, die Hunde, die Pferde für den Zoologen eben so viele verschiedene Arten.

Manchmal ist irgend eine Art von allen andern wesentlich verschieden; aber im Allgemeinen ist eine mehr oder weniger beträchtliche Anzahl vorhanden, die sich in Vielem gleichen und sich nur durch unbedeutende Unterschiede von einander unterscheiden; das Pferd und der Esel, der Hund und der Wolf sind in diesem Falle. Bei den natürlichen Classificationen vereinigt man diese benachbarten Arten zu Gruppen, die man Gattungen, genera, nennt und verbindet mit dem Namen ihrer Art den Gattungsnamen, der ihnen gemeinsam ist; so sagt man: graue Eidechse (Lacerta agilis *L.*), grüne Eidechse (Lacerta viridis), geperlte Eidechse oder Perleidechse (Lacerta ocellata), um dadurch die verschiedenen Arten der Eidechsengattung zu bezeichnen; so sagt man auch hinsichtlich der verschiedenen Thiere der Bärengattung: brauner Bär (Ursus arctos), weißer Bär oder Eisbär (Ursus maritimus) u. s. w.

Im Allgemeinen bemerkt man auch, daß mehrere Gattungen unter sich bloß durch Merkmale von einem mittelmäßigen Werthe differiren und gemeinschaftlich wichtigere Partikularitäten im Bau darbieten, die geeignet sind, sie von den benachbarten Gattungen zu unterscheiden. Bei den natürlichen Classificationen faßt man alsdann diese ähnlichen Gattungen in eine und dieselbe Gruppe zusammen, und nennt diese eine Familie (tribus).

Faßt man alsdann den Bau dieser Wesen auf eine allgemeinere Weise ins Auge, so bemerkt man alsbald in mehreren Familien die gleichen herrschenden Merkmale, welche ungeachtet der mehr oder weniger großen Unterschiede, die zwischen diesen Gruppen herrschen, ihnen einen gemeinschaftlichen Stempel aufdrücken. Auf diese Weise gelangt man zur Bildung von Abtheilungen eines höheren Ranges, die man Ordnungen heißt, und wiederum zur Vereinigung der Ordnungen in noch zahlreichere Gruppen, die den Namen Klassen erhalten. Endlich lassen sich diese Klassen selbst wieder nach den gleichen Grundsätzen abtheilen, und somit

die Hauptabtheilungen oder ersten großen Abtheilungen des Thierreichs bilden.

§. 371. Das Thierreich theilt sich also in Hauptabtheilungen, die Hauptabtheilungen in Klassen, die Klassen in Ordnungen, die Ordnungen in Familien, die Familien in Gattungen und die Gattungen in Arten ab; bisweilen sieht man sich sogar genöthigt, diese Gruppen noch mehr zu vervielfältigen; aber die Grundsätze bleiben stets dieselben, und immer gleichen sich die verschiedenen Glieder irgend einer Gruppe, sei sie nun ein Geschlecht oder eine Familie, eine Ordnung oder eine Klasse, mehr unter einander als den Arten einer andern Gruppe desselben Ranges, und die zwischen zwei Klassen bestehenden Unterschiede müssen wichtiger sein, als die zwischen zwei Familien, wie die Charaktere der Familien wiederum einen größern Werth haben müssen, als die Charaktere der verschiedenen Gattungen, aus denen diese Familien zusammengesetzt sind. Also die größten Unterschiede dienen zur Bildung der Hauptabtheilungen, die etwas weniger wichtigen bilden die Grundlage für die Theilung der Hauptabtheilungen in Klassen ꝛc.; diese Unterschiede vermindern sich stets in ihrer Bedeutung in dem Maaße, als man in diesem System von Abtheilungen und Unterabtheilungen abwärts steigt, um zur Art zu gelangen, die, wie wir bereits gesagt haben, eine durch die Vereinigung aller Individuen, welche auf die gleiche Weise gebaut sind, und sich mit einander zur Fortpflanzung ihrer Race mischen können, gebildete Gruppe ist.

Man sieht also, daß man zur Classification eines Thieres allmählig die Hauptabtheilung, die Klasse, die Ordnung, die Familie, die Gattung und die Art, denen es angehört, bestimmen muß, und daß man durch diese Bestimmung zugleich auch genaue Vorstellungen von allem, was seine Organisation Wichtiges darbietet, erhalten wird, weil es genau diese Eigenthümlichkeiten sind, welche zur Bezeichnung der allmählig auf einander folgenden Abtheilungen dienen. Die Funktionen und Lebensweise eines Thieres sind nun stets, wir wiederholen es, abhängig von der Bildungsweise seiner Organe oder wenigstens mit dem Baue übereinstimmend, daher kann man auch aus dieser Kenntniß die der wichtigsten Punkte in der Geschichte der unsern Forschungen unterworfenen Art ableiten.

Dies sind nun die Grundlagen, auf denen die natürlichen zoologischen Classificationen beruhen. Wir wollen jetzt sehen, welches die Resultate der Anwendung dieser Principien auf die methodische Eintheilung der Thiere gewesen sind, und wollen die durch diese Wesen gebildeten Hauptgruppen betrachten.

Die Grundlagen der Eintheilung des Thierreichs in die ersten großen Abtheilungen (Hauptabtheilungen) und Klassen.

§. 372. **Die ersten großen Abtheilungen (Hauptabtheilungen).** Wenn man die Gesammtheit des Thierreichs näher betrachtet, so erkennt man darin vier allgemeine Bildungspläne, die, auf tausend und aber tausend Arten modificirt, als Führer für die Erschaffung der belebten Wesen gedient zu haben scheinen. Diese vier Hauptformen, welche gleichsam die zahllosen, in die Organisation der Thiere eingeführten Variationen beherrschen, sind leicht zu unterscheiden, und um in dieser Hinsicht die Gedanken zu fixiren, werden wir als Repräsentanten vier Thiere, die Jedermann kennt, anführen: nämlich den Hund, den Krebs, die Schnecke und den Seestern. (Fig. 134.)

Damit die zoologische Classification eine treue

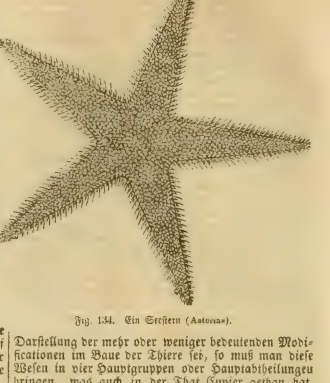


Fig. 134. Ein Seestern (Asterias).

Darstellung der mehr oder weniger bedeutenden Modificationen im Baue der Thiere sei, so muß man diese Wesen in vier Hauptgruppen oder Hauptabtheilungen bringen, was auch in der That Cuvier gethan hat.

Das Thierreich zerfällt nun in Wirbelthiere (animalia vertebrata), Ringelthiere oder Gliederthiere (animaliaarticulata), Weichthiere oder Mollusken (animalia mollusca) und die Zoophyten (Strahlthiere, animalia radiata).

§. 373. Die Fundamentalunterschiede, welche diese vier Hauptabtheilungen von einander unterscheiden, sind hauptsächlich von der Art und Weise der Anordnung der verschiedenen, die Körper bildenden Theile und von der Bildung des Nervensystems abhängig. Dies sind die zwei herrschenden Charaktere der Thiere, und ihre Wichtigkeit ist leicht einzusehen.

Was in der That die Thierheit wesentlich bezeichnet, ist das Vermögen, zu empfinden, und das Vermögen, sich freiwillig zu bewegen. Wie wir bereits gesagt haben, so ist es das Nervensystem, welches diesen Funktionen vorsteht; auch haben wir gesehen, daß die Funktionen eines Organs immer in Beziehung zu seinem Baue stehen; es ist daher evident, daß jede große Modifikation im Zustande des Nervensystems nothwendig entsprechende Differenzen in denjenigen Vermögen herbeiführen müssen, welche in dem Organismus der Thiere die erste Rolle spielen. Man könnte also voraussehen, daß die Bildungsweise dieses Systems den größten Einfluß auf die Natur dieser Wesen habe, und die wichtigsten Charaktere für die Theilung des Thierreichs in natürliche Gruppen liefern würde; die Richtigkeit dieses Schlusses wird nun auch durch die Beobachtung der Thatsachen bestätigt.

Der allgemeine Bau oder die Vereinigungsart der verschiedenen bildenden Theile des Körpers steht mit gleichfalls wichtigen Umständen in Verbindung; denn sie übt einen außerordentlich großen Einfluß auf die Art und Weise aus, wie die Lokalisirung der Funktionen und die Theilung der physiologischen Arbeit vor sich geht; wie sehr die Vervollkommnung der Organisation diesen zwei Ursachen (§. 347 u. f. w.) untergeordnet ist, haben wir bereits gesehen.

Die vier Hauptippen, die wir vorhin bezeichneten, sind so deutlich ausgesprochen, daß sie kein Zoologe verkennen kann, und daß man die Thiere, die man untersucht, in der Regel leicht auf den einen oder andern zu beziehen vermag; bei einigen Thieren je-

doch ist das Gepräge weniger deutlich, und bei andern scheint die Organisation in gewissen Beziehungen an zwei verschiedene Typen zugleich gebunden zu sein. Es geht daraus hervor, daß die äußersten Gränzen der Hauptabtheilungen manchmal ziemlich leicht genau zu bestimmen sind, und daß sich diese Gruppen in gewissen Berührungspunkten verbinden, wie benachbarte Staaten, zwischen welchen sich einige Landstrecken, deren Eigenthumsrecht ungewiß und der Besitz bestritten ist, finden. —

Ferner geht daraus hervor, daß es auch zuweilen schwer ist, diese ersten Gruppen genau zu definiren; um aber eine genaue Vorstellung davon zu geben, werden wir bloß die am meisten hervorspringenden und dem Typus einer jeder von ihnen eigenthümlichen Merkmale anzugeben und zu bemerken haben, daß man der Vereinigung dieser Merkmale nicht immer begegnet, daß sich bald das Eine, bald das Andere in dem Maaße verwischt, als man sich den Gränzen dieser Abtheilungen nähert.

Wenn wir auf diese Weise verfahren, so werden uns einige Worte schon hinreichen, um die Eigenthümlichkeiten in der Organisation, welche die Wirbelthiere, die Gliederthiere, die Mollusken und die Zoophyten von einander unterscheiden, erkennen zu lassen.

§. 374. Die Wirbelthiere (Animalia vertebrata) gleichen dem Menschen in den wichtigen Punkten ihres Baues: fast alle Theile ihres Körpers sind paarweise und zu beiden Seiten der Ebene, welche durch die Mittellinie des Körpers gelegt ist, symmetrisch gelegen; ihr Nervensystem ist sehr entwickelt, und außer den Nerven und Ganglien aus einer die Rückseite des Körpers einnehmenden Centralare (Fig. 135), die wesentlich in einem großen und kleinen Gehirn und einem Rückenmark (Fig. 54) besteht, zusammengesetzt. Zu diesen Merkmalen kann man noch hinzufügen, daß die Hauptmuskel ihre Anheftpunkte an einem festen Knochengerüste oder inneren Skelet haben (Fig. 136), das aus unter sich verbundenen Stücken zusammengesetzt und so gebaut ist, daß es in derselben Zeit, wo es die Grundlagen und Hebelarme für den Bewegungsapparat abgibt, die wesentlichen Organe beschützt; daß der wichtigste Theil dieses Skelets eine Knochenröhre für das Hirn- und Rückenmark bildet, und aus der Vereinigung ringförmiger Stücke, den sogenannten Wirbeln, hervorgeht; daß der Circulationsapparat sehr vollständig ist, und daß das Herz zum wenigsten zwei unterschiedene Behälter darbietet, daß das Blut roth ist, daß die Gliedmaßen fast immer vier an der Zahl und ihrer nie mehr sind; endlich daß für das Gesicht, das Gehör, den Geruch und den Geschmack deutliche, dem Kopfe inwohnende Organe vorhanden sind. Als Beispiele dieses organischen Typus haben wir bereits den Menschen und

Fig. 136. Das Skelet des Straußes.

den Hund angeführt; wir hätten aber auch ebenso gut einen Vogel (Fig. 136), eine Eidechse oder einen Fisch wählen können.

§. 375. Die Ringelthiere oder Gliederthiere (animalia articulata). In der zweiten großen Gruppe des Thierreichs findet man eine ganz andere allgemeine Bildungsweise. Der Körper ist noch symmetrisch geformt und zweitheilig (binair), wie bei den Wirbelthieren, ist aber aus einer Reihe Theilen zusammengesetzt, die sich so wiederholen, daß man ihn in eine beträchtliche Anzahl homologer und mehr oder weniger unter sich ähnlicher Stämme theilen kann (Fig. 139). Das Nervensystem ist mittelmäßig entwickelt, und aus einer doppelten Reihe kleiner Nervenknoten oder Ganglien, die als eine Längenkette vereinigt sind, und den obern Theil der Körperlänge einnehmen, zusammengesetzt (Fig. 137);

Fig. 137. Das Nervensystem eines Insektes (eines Laufkäfers, Carabus).

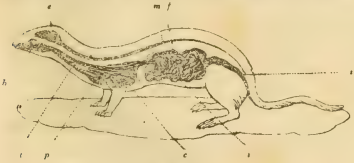


Fig. 135. *

Fig. 138. *

* Diese theoretische Figur ist dazu bestimmt, um die relative Lage der großen organischen Apparate der Wirbelthiere und namentlich der Säugethiere anzugeben: — *b* die Mundhöhle, die den Eingang zum Nahrungskanal bildet, dessen entgegengesetzte Oeffnung sich am hintern Ende des Körpers befindet; — *i* der Darmkanal; — *f* die Leber; — *t* die Luftröhre; — *p* die Lungen; — *c* das Herz; — *e* (das große und kleine Gehirn); — *m* das Rückenmark.

* Idealschnitt an einem Krebsleib: — *e* der Magen, unter welchem man die Speiseröhre und den Mund sieht; — *i* der Darmkanal; — *f* die Leber; — *s* das Herz; — *c* die vornen und oben an der Speiseröhre gelegenen Kopfganglien; — *g* die unterhalb des Speisekanals liegenden Brust- und Bauchganglien.

die kleine Masse, welche durch die vorderen Ganglien der rosenkranzförmigen Kette gebildet wird, liegt im Kopfe, und ist aus diesem Grunde mit dem Gehirne der Wirbelthiere verglichen worden. Doch findet man nichts, das dem Rückenmark ähnlich wäre, denn die übrige Ganglienkette ist an der Bauchseite des Körpers, unter dem Speisekanal gelegen (Fig. 138), und die Nervenfäden, welche sie mit den Kopfganglien verbinden, umgeben die Speiseröhre nach Art eines Halsbandes. Ferner ist zu bemerken, daß der Leib dieser Thiere nicht mehr durch ein inneres Skelet unterstützt wird, und daß sich sämmtliche Muskeln an die äußere Bedeckung heften; diese Bedeckung ist aber selbst so modifizirt, daß sie die Stelle eines innern Skelets vertritt, denn sie nimmt oft eine sehr beträchtliche Härte an, und bildet alsdann eine Art Etui oder äußeres Skelet, das wesentlich aus einer Reihe mehr oder weniger über einander beweglicher Ringe gebildet ist. Dies ist nun auch der Grund, warum diese Thiere selbst äußerlich in auf einander folgende Ringe getheilt zu sein scheinen. Man hat diesen Thieren den Namen Gliederthiere oder gegliederte Thiere (animalia articulata) gegeben. Auch ist bemerkenswerth, daß in dieser Hauptabtheilung die Gliedmaßen gewöhnlich sehr zahlreich sind; dagegen sind die Sinnesorgane weniger zahlreich und weniger vollkommen als bei den Wirbelthieren; das Blut ist fast immer weiß und der Circulationsapparat sehr unvollständig, endlich bestehen in dem Baue dieser Thiere eine Menge anderer Eigenthümlichkeiten, mit denen wir und in der Folge beschäftigen werden; nur dies fügen wir hier noch bei, daß uns diese Bildungsweise durch die Scolopender, die Krebse, die Krabben, die Insekten ꝛc. dargeboten ist (Fig. 139).

Fig. 140. *

Fig. 139. Der Scolopender (Scolopendra).

§. 376. **Die Weichthiere oder Mollusken** (animalia molusca). Die Mollusken haben, wie die vorigen, ihre Hauptorgane paarweise und symmetrisch liegend; aber anstatt daß der Körper sich in die Länge nach einer geraden Linie entwickelt (Fig. 140), sucht er eine gekrümmte oder spiralförmige Richtung anzunehmen, so daß z. B. der Mund und der After, anstatt an den beiden entgegengesetzten Enden zu liegen, einander mehr oder weniger genähert sind. Das Nervensystem ist, wie bei den Gliederthieren, wesentlich aus Ganglien zusammengesetzt; auch hier noch nimmt ein Theil dieses Systems die Rückseite des Körpers ein, und gewöhnlich ist der andere Theil auf der Bauchseite des Speisekanals gelegen, bildet aber keine lange in der Mittellinie liegende Kette, wie in der vorhergehenden Abtheilung.

Die Mollusken sind auch darin von den Wirbel- und Gliederthieren verschieden, daß sie weder ein inneres noch äußeres gegliedertes Skelet besitzen; ihr Körper ist weich, und ihre Haut bildet eine geschmeidige und zusammenziehbare Hülle; diese bedeckt sich häufig mit horn- oder kalkartigen Platten, den sogenannten Muscheln (Fig. 141), und entwickelt zuweilen ähnliche

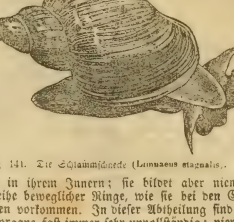


Fig. 141. Die Schlammschnecke (Limnaeus stagnalis).

Platten in ihrem Innern; sie bildet aber niemals eine Reihe beweglicher Ringe, wie sie bei den Gliederthieren vorkommen. In dieser Abtheilung sind die Sinnesorgane fast immer sehr unvollständig; niemals ist ein specielles Geruchsorgan vorhanden; nur selten

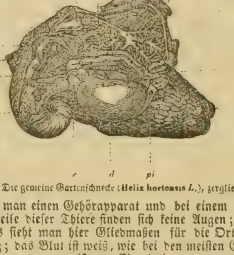


Fig. 142. Die gemeine Gartenschnecke (Helix hortensis L.), zergliedert.*

entdeckt man einen Gehörapparat und bei einem großen Theile dieser Thiere finden sich keine Augen; fast niemals sieht man hier Gliedmaßen für die Ortsbewegung; das Blut ist weiß, wie bei den meisten Gliederthieren; dagegen ist der Circulationsapparat weit vollständiger.

§. 377. **Die Strahlthiere** (Animalia radiata) oder **Pflanzenthiere** (Zoophyten). In der vierten und letzten großen Abtheilung, nämlich in der Abtheilung der Strahlthiere, suchen die verschiedenen Theile des Körpers, anstatt sich symmetrisch in Beziehung auf eine Mittelebene zu gruppiren, sich um einen Mittelpunkt oder um eine vertikale Linie so herum zu lagern, daß sie dadurch in ihrem Bau eine mehr oder weniger vollständige Strah-

Fig. 143. Die Seeanemone (Actinia).

* Idealschnitt eines Cephalopoden: — *t* die um den Kopf herumstehenden Arme oder Tentakeln; — *b* der Mund; — *s* der Nahrungskanal; — *a* der After; — *f* die Leber; — *e* und *y* Nervenganglien; — *p* die Kiemen; — *s* das Herz; — *o* der Zeugungsapparat; — *r* der Tintenbeutel; — *y* die Augen.

* *pi* der Fuß; — *t* halbzurückgezogene Fühler; — *d* eine Art Diaphragma, welche die Respirationshöhle von den andern Eingeweiden scheidet; — *r* ein Theil des Magens; — *f* die Leber; — *o* Eierstock; — *i* Gedärme; — *y* der Mastdarm; — *a* der After; — *c* das Herz (bei geöffnetem Herzbeutel); — *ap* Lungenathmer, die sich an den Wandungen der Lungenhöhle (*p*) verzweigt; — *r* die Secretionsdrüse des flebrigen Stoffes; — *ex* ihr Excretionskanal, der sich nahe beim After öffnet.

lenform erhalten. Was das Nervensystem betrifft, so bemerkt man in den meisten Fällen keine Spur davon, und wenn es vorhanden ist, so findet man es nur im Zustande des Rudiments; auch die Sinnesorgane fehlen beinahe vollständig; endlich werden alle Theile des Leibes nicht nur in ihren Formen, sondern auch in ihrer Vibrationsweise äußerst einfach. Die meisten dieser Thiere zeigen beim ersten Anblick eine so große Aehnlichkeit mit den Pflanzen, daß man lange Zeit hindurch ihre wahre Natur verkannt und sie als dem vegetabilischen Reiche angehörend betrachtet hat; wegen dieser Aehnlichkeit nennt man sie Zoophyten oder Pflanzenthiere; wegen der häufig so sehr in ihren Organen ausgesprochenen Strahlenform bezeichnet man sie auch zuweilen mit dem Namen Strahlthiere.

Die Polypen, von denen wir schon bei einer andern Gelegenheit sprachen (§. 347), die Actinien oder Seeanemonen (Fig. 143) und die Seesterne (Fig. 134) können als Beispiele dieser Abtheilung dienen. *

§. 378. **Theilung der großen Abtheilungen (Hauptabtheilungen) in Klassen.** Die verschiedenen, zu einer der großen Abtheilungen (Hauptabtheilungen) vereinigten Thiere gleichen sich also einander durch den allgemeinen Plan ihrer Organisation, und zeigen sehr viele hervorspringende Charaktere; in sehr vielen anderen Beziehungen sind sie aber weit davon entfernt, eine Aehnlichkeit mit einander zu haben, vielmehr differiren sie häufig untereinander durch die Art und Weise, wie mehrere der wichtigsten Funktionen des Organismus vollzogen werden. Man muß sie daher von Neuem in secundäre Gruppen theilen und diese Unterabtheilungen nach den großen Abänderungen, die man in ihrem Bau bemerkt, bilden.

§. 379. So werden z. B. unter den Wirbelthieren die einen lebendig geboren und sind mit Brüsten versehen, um damit ihre Jungen zu säugen, während andere aus einem Ei entstehen, worin sie Nahrungsstoffe fanden, dagegen der Säugorgane beraubt sind; die einen haben eine vollständige Circulation, die andern senden in ihren Respirationsapparat nur einen Theil des zur Fortdauer des Lebens durch seine Einwirkung auf die Gewebe unbrauchbar gewordenen Blutes und vermischen den Rest dieser Flüssigkeit mit dem zur Ernährung ihrer Organe bestimmten Arterienblut; die einen haben warmes Blut, die andern erzeugen nur einen sehr geringen Grad von Wärme; endlich sind die einen so gebaut, daß sie sich in die Luft erheben können, die andern, daß sie auf der Erde leben müssen, und noch andere, daß sie im Wasser schwimmen können. Diese Unterschiede haben einen großen physiologischen Werth und charakterisiren in dieser Hauptabtheilung vier secundäre Typen. Es folgt daraus, daß man die Wirbelthiere, um sie nach den Grundsätzen der natürlichen Methoden zu classificiren, in vier Klassen bringen muß: nämlich in die Klasse der Säugethiere, Mammalia, in die Klasse der Vögel, Aves, in die Klasse der Amphibien oder Reptilien, Amphibia s. Reptilia, und endlich in die Klasse der Fische, Pisces.

§. 380. In der Abtheilung der Gliederthiere bemerkt man hinsichtlich des Baus nicht weniger merkwürdige Modifikationen. Bald sind, wie bei dem Tahtrus (Fig. 144), artikulirte Gliedmaßen vorhanden.

Fig. 144 Der Tahtrus.

die an dem Apparat für die Ortsbewegung als Hebelarme dienen, und der Kopftheil des Nervengangliensystem erhält eine große Bedeutung; bald gibt

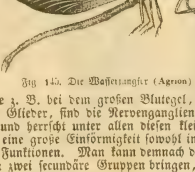


Fig. 145. Die Wasserjungfer (Agrion)

es, wie z. B. bei dem großen Blutegel, keine artikulirten Glieder, sind die Nervenganglien wenig entwickelt und herrscht unter allen diesen kleinen Markmassen eine große Einförmigkeit sowohl im Bau, als in den Funktionen. Man kann demnach diese Abtheilung in zwei secundäre Gruppen bringen, wovon die eine die eigentlichen Gliederthiere, Animalia articulata, und die andere die Würmer, Annulata s. Vermes, in sich begreift; diese Classification reicht aber noch nicht hin, um damit alle großen, in der Natur dieser Wesen leicht nachzuweisenden Unterschiede zu zeigen.

Unter den eigentlichen Gliederthieren befinden sich die Insekten, Insecta, welche die Luft in allen Theilen des Körpers vermittelst Tracheen aufnehmen; die ferner einen in drei unter sich unähnlichen Theilen, nämlich den Kopf, die Brust und den Hinterleib, getheilten Leib besitzen; immer drei paar Füße haben, und beinahe immer mit Flügeln versehen sind; die Myriapoden, Myriapoda (Fig. 139), welche den Insekten hinsichtlich ihrer Respirationsweise ähnlich sind,

Fig. 146. Die gemeine Fensterspinne oder die Hausspinne (Aranea domestica).

* Einige Zoologen glaubten, noch eine fünfte Hauptabtheilung des Thierreichs, welche die Meerschwämme (Spongozoen) in sich begreife, und welche durch den Mangel einer regelmäßigen Form charakterisirt ist, zulassen zu müssen; diese Classification scheint aber nicht haltbar, denn die in die Abtheilung der Amorphozoen (?) eingereihten bizarren Thiere, zeigen in ihrer frühen Jugend die nämlichen Charaktere, wie die meisten Polypen, nur daß ihre organische Entwickelung bei einem Grade stehen bleibt, welcher für diese Zoophyten nur vorübergehend ist, und daß sie durch ihr Wachsen aus der Form kommen. Nimmt man ihre Entwicklungsweise in Anschlag, so kann man sie also in den Zoophyten rechnen.

Fig. 147. Krabbe (Cancer).

Fig. 148. Die Entenmuschel (Anatifa Lam.).

Fig. 149. Die Anatomie der Entenmuschel

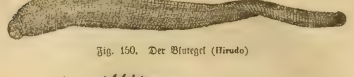


Fig. 150. Der Blutegel (Hirudo)

Fig. 151. Die Nereide (Nereis Lin.).

Fig. 152. Das Räderthier (Rotifer).

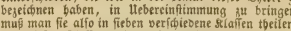


Fig. 153. Zungenwurm (Lingatula).

zwar einen deutlichen Kopf, aber keinen in Brust und Hinterleib getheilten Rumpf haben, welche ferner 24 bis 60 Fußpaare oder sogar noch mehr besitzen, und niemals Flügel tragen; die Arachniden, Arachnides (Fig. 146), die nicht mehr einen von der Brust deutlich unterschiedenen Kopf besitzen, stets nur mit vier paar Füße versehen sind und Luft, wie alle vorhergehenden Gliederthiere respiriren, doch aber nicht immer im Besitz von Tracheen sind, sondern in diesem Falle die Luft in Lungensäcke aufnehmen; die Crustaceen oder Krebsthiere, Crustacea (Fig. 147), die dagegen im Wasser und durch Kiemen athmen und fast immer fünf bis sieben paar Füße für die Ortsbewegung besitzen; die Rankenfüßler, Cirrhopoda (Fig. 148, 149), welche gleichfalls durch Kiemen athmen, aber mit dem Alter unbeweglich werden, und alsdann keine Organe für die Ortsbewegung mehr besitzen.

Auch die Abtheilung der Würmer, Vermes, enthält mehrere sehr verschiedenartige Typen. Zuerst bemerkt man darin die Anneliden (Fig. 150), deren Ganglliensystem sehr sichtbar in der ganzen Länge des Körpers ist; das gewöhnlich rothe Blut circulirt bei diesen Thieren in einem sehr zusammengesetzten Gefäßsystem; die Respiration findet fast immer in einem sehr entwickelten Kiemenapparat Statt, und die Bewegungen werden gewöhnlich mit Hülfe beweglicher Borsten (Fig. 151) ausgeführt. An diese reihen wir auch die Systoliden (Systolides), jene mikroskopisch kleine Thierchen, welche specieller Circulationsorgane beraubt zu sein scheinen, und keine Kiemen, wohl aber in der Regel vibrirende Organe mit einem sehr auffallenden Bau besitzen (Fig. 152). Endlich scheinen noch zu dieser Unterabtheilung die Eingeweidewürmer, Helmintha (Fig. 153), gerechnet werden zu müssen, welche höchstens nur Spuren von einem Nervensystem zeigen und gewöhnlich in hohem Grade einfach gebaut sind, sich aber enge an die Anneliden anschließen, und öfters gleichsam degradirte Repräsententen von demselben zoologischen Typus zu sein scheinen. *

* Wir müssen jedoch gestehen, daß nicht alle Zoologen damit einverstanden sind, die Eingeweidewürmer auf diese Weise zu classificiren, und daß ihnen Cuvier unter den Strahlenthieren oder Zoophyten einen Platz anweist; sie haben aber in ihrer Organisation nichts Strahlenförmiges und zeigen durch die allgemeine Bildung ihres Leibes gewöhnlich eine große Aehnlichkeit mit den Gliederthieren und namentlich mit den Anneliden; es scheint aus dahrr natürlicher, sie auf diesen letzteren Hauptzweig zu beziehen, was auch einer unserer berühmtesten Zoologen, Herr von Blainville, gethan hat.

Um die Classification der Gliederthiere mit den Unterschieden, die wir in der Natur dieser Thiere zu bezeichnen haben, in Uebereinstimmung zu bringen, muß man sie also in sieben verschiedene Klassen theilen; von diesen Klassen haben wir bereits die Namen angegeben, als wir die vorhergehenden Betrachtungen über diese Thiere anstellten.

§. 381. Die Mollusken oder Weichthiere bieten in ihrer Natur gleichfalls organische Modifikationen dar, die eine ähnliche Gruppirung nothwendig machen. Bei den einen, die man eigentliche Mollusken heißen kann, ist ein Nervensystem, das aus zwei oder mehreren durch Markfäden vereinigten Ganglienpaaren zusammengesetzt ist, vorhanden; die Fortpflanzung geschieht durch Eier. Bei den andern, die man mit dem Namen Manteltthiere (Tunicata) bezeichnet hat, besteht das auf ein Rudiment reduzirte Nervensystem nur in einem einzigen Ganglion, und in den meisten Fällen geschieht die Vermehrung der Individuen sowohl durch

Fig. 155. Seescheiden (Ascidiae socviles). *

* Ascidien oder Seescheiden, Ascidiae nach dem Geschlecht der Porophora: — b der Mund, — a der Magen; — t der Darmkanal; — a der After; — c gemeinschaftlicher Cirkel; die Pfeile zeigen die Richtung der Strömung des zur Respiration dienlichen Wassers an.

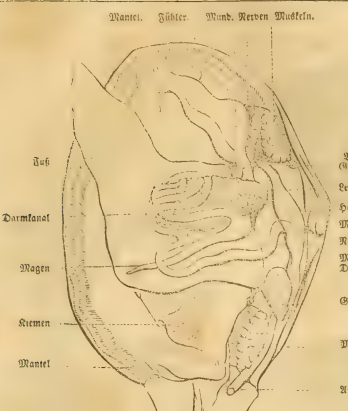


Fig. 154. Anatomie eines Muschelthieres (einer Trogmuschel, Mactra).

Fig. 158. Das Schneckengehäuse der Paludina (aus der Familie der Flußkiemenschnecken).

Fig. 162. Rhizostoma.

Fig. 159. Der große Meerpolyp (Octopus vulgaris).

Fig. 156. Zweischaaliges Muschelgehäus (einer Tridacna aus der Familie der Gienmuscheln).

Fig. 157. Die Porzellanschnecke (Cypraea).

die Entwicklung von Knospen als durch Eierlegen; es geht daraus hervor, daß die Individuen, die aus einander herauswachsen, unter sich vereinigt bleiben, und belebte Massen bilden, welche ein pflanzenähnliches Ansehen haben (Fig. 155).

Die eigentlichen Mollusken differiren unter sich durch Charaktere, die sehr wichtig sind. So sind z. B. bei den einen die Kopfganglien sehr weit von den Bauchganglien abgelegen (Fig. 154); es ist kein deutlicher Kopf vorhanden; man bemerkt keine Spur von besondern Sinnesorganen; am vollkommensten sind die Bewegungsorgane. Der Körper ist durch zwei segelähnliche Hautfalten bedeckt und äußerlich durch eine zweischalige Muschel (Fig. 156) beschützt. Diese Organisation bemerkt man an der eßbaren Muschel (Mytilus edulis L.), an der Trogmuschel, (Mactra) (Fig. 154), ferner an der Riesenmuschel, Tridacna, ꝛc.

Andere Mollusken, z. B. die Schlammschnecke, Limnæus (Fig. 141) und die Porzellanschnecke, Cypræa (Fig. 157), haben einen deutlichen Kopf; ihre Nervenganglien sind gewöhnlich sehr nahe an einander gerückt und liegen um die Speiseröhre gruppenweise herum; es sind Augen vorhanden; an der untern Seite des Leibes befindet sich ein fleischiges Organ, das zur Ortsbewegung dient; endlich ist der Rücken gewöhnlich durch eine Muschel beschützt, die niemals zweischaalig ist, und fast immer einen mehr oder weniger spiralförmig gewundenen Kegel darstellt (Fig. 158).

Fig 161 Eine Holothuria.

Fig. 165. Ein Polyp aus dem Geschlecht der Caryophyllia.

Fig. 166. Ein Meerschwamm.

Fig.164. Ein Korallenstock.

Und noch andere, die, wie die vorhergehenden, mit einem deutlichen Kopf versehen sind, tragen an jeder Seite des Halses eine Art häutiger Flügel, als Ruder zum Schwimmen (Fig. 160).

Endlich gibt es auch solche Mollusken, um deren Kopf herum lange ausstreckbare und zusammenziehbare Anhänge sind, die sowohl die Funktionen der Füße als die der Arme ausüben (Fig. 159); sie haben ein entwickelteres Nervensystem als alle andere Mollusken, und gewöhnlich wird der Körper durch eine Art innerer Muschel unterstützt.

Diese verschiedenen Bildungsweisen dienen als Grundlage bei der Eintheilung der eigentlichen Mollusken in vier Klassen, die mit dem Namen Acephalen, Gasteropoden, Pteropoden und Cephalopoden bezeichnet sind. Die Auster kann uns als Beispiel von der ersteren dieser Grundformen, d. h. von der Klasse der Acephalen dienen; die Gartenschnecke gehört der Klasse der Gasteropoden an; die Hyalea gehört zu der Klasse der Pteropoden (Fig. 160); und der große Meerpolyp (Fig. 159) zur Gruppe der Cephalopoden.

Fig. 160. Hyalea.

§. 382. Die vierte und letzte Haupteintheilung des Thierreichs, nämlich die der Strahlthiere oder Zoophyten, faßt gleichfalls sehr verschiedenartige Wesen in sich, die auf eine entsprechende Weise in mehrere Klassen getheilt werden. Bei einer dieser Gruppen, welche die Klasse der Echinodermata (Sternthiere) heißt, ist der Leib zum Kriechen auf dem Sande oder den Felsen des Meeresgrundes eingerichtet und zu diesem Zwecke auf seiner Oberfläche mit einer Menge kleiner ausstreckbaren Anhängsel besetzt; die Bedeckung bietet eine beträchtliche Consistenz dar, und wird öfters steinhart. Die Seesterne (Fig. 134), deren schon früher Erwähnung geschehen, und die Holothurien (Holothuriæ) (Fig. 161) zeigen uns diese Bildungsweise, die sich auch noch bei den Seeigeln (Echinidæ) ꝛc. findet. In einer zweiten, durch die Acalephen oder Quallen (Acalephæ) gebildeten Gruppe ist dagegen der Körper ganz gelatinös und bloß zum Schwimmen eingerichtet. Die Medusen, Medusidæ (Fig. 162), die im Meere herumschwimmen und häufig auf die sandigen Küsten unseres Ufergebietes durch die Meereswogen geschleudert werden, können uns als Beispiel für diese Zoophytenklasse dienen.

Fig. 163. Ein Korallenthier.

In einer dritten Klasse, welche die Polypen (Polypi) in sich begreift, ist kein Organ für die Ortsbewegung mehr vorhanden; das Thier hat die Bestimmung, an dem Boden festgewurzelt zu leben, und sein Mund ist von beweglichen Fühlern oder Armen (Fig. 163) umgeben, mit deren Hülfe es in dem seinen Leib umspielenden Wasser die zu seiner Ernährung erforderlichen Substanzentheilchen holt; gewöhnlich verknöchert sich ein Theil seiner Bedeckung und bildet für ihn eine kalk- oder hornartige Zelle (Fig. 165); in den meisten Fällen entstehen die jungen Individuen aus Knospen, Gemmen, auf der Oberfläche des Körpers ihrer Eltern, und bilden unter sich belebte Massen von verschiedenen Formen, die am häufigsten das Aussehen einer verästelten und mit Blumen gezierten Pflanze haben." Zu dieser Klasse gehören die Seeanemonen (Fig. 143), so wie auch die Korallenthiere (Fig. 163 u. 164), die Armpolypen (Fig. 2), die Nelkenkorallen (Caryophyllia).

Einen vierten Typus sehen wir an den Meerschwämmen (Spongozoen), jenen auffallenden

INSERT FOLDOUT HERE

Thieren, die in der Jugend eiförmig sind, mit Hülfe vibrirender Wimper, womit die Oberfläche ihres Leibes besetzt ist, im Wasser frei herumschwimmen und den Larven der Acalephen und Polypen gleichen, sich aber bald irgend wo festsetzen und alsdann nicht nur die Empfindung und Bewegung verlieren, sondern auch sich so sehr umgestalten, daß sie mit gar keinen andern Wesen in der Thierwelt mehr eine Aehnlichkeit haben.

An diese bis jetzt aufgezählten vier Klassen der Zoophyten reihen die meisten Zoologen auch noch eine fünfte Gruppe an, die aus einer Menge außerordentlich kleiner Wesen (Fig. 167), welche sich in siedendem

Fig. 167. Infusoria *

Wasser zeigen und den Namen Infusionsthierchen oder Infusorien (infusoria) erhalten haben, zusammengesetzt ist. Sie bewegen sich mit Hülfe vibrirender Wimpern, und gleichen im Allgemeinen sehr den Larven der Meerschwämme, der Polypen und Acalephen, nehmen aber keine andere Gestalt an, wenn sie sich vergrößern, und sind durch ihre eigenthümliche Fortpflanzung, sowie durch die beträchtliche Anzahl Mägen für die Aufnahme ernährender Stoffe bezeichnend. Bis zu den letztverflossenen Jahren hat man diese kleinen Thierchen mit den Systoliden unter dem allgemeinen Namen mikroskopische Thierchen oder Infusionsthierchen (Infusoria) zusammengeworfen; man nennt sie oft, um sie zu bezeichnen, Magenthiere (Polygastrica). Uebrigens ist der Platz, den sie in unsern zoologischen Classificationen einnehmen sollen, noch nicht recht bestimmt.

Dies sind nun die am meisten hervortretenden Charaktere der organischen Haupttypen, welche uns das Thierreich darbietet; das, was wir davon ausgewählt und dargestellt haben, reicht zu einer allgemeinen Vorstellung von der durch die Natur in dem Bau der belebten Wesen eingeführten Modifikationen hin; würden wir aber damit die Betrachtung begränzen, so hätten wir davon nur sehr unvollständige Vorstellungen; wir müssen daher jetzt noch specieller jede der großen, jenen Fundamentalunterschieden entsprechenden Abtheilungen untersuchen. Ehe wir an diese Betrachtungen gehen, glauben wir jedoch uns noch einige Augenblicke bei der Unterscheidung der Hauptabtheilungen und Klassen aufhalten zu müssen, um die Grundlagen der zoologischen Classification, so wie wir sie vor Augen stellten, unter der Form einer synoptischen Tabelle zusammen zu fassen.

* Verschiedene Magenthiere unter dem Mikroskop gesehen: — i Monaden, Monadina; — ii Halsthierchen, Trachelius anas; — iii Magenthierchen, Enchelys, in dem Momente, wo er seine Excremente auswirft; — iv Paramecium; — v Büschelthierchen, Kolpoda; — vi Trachelius fasciola, auf mikroskopisch kleinen Pflanzen gehend.

Betrachtungen

über die Organisation der den verschiedenen Klassen des Thierreichs angehörenden Thiere.

Erste große Abtheilung.

Wirbelthiere.

§. 383. Die wegen ihres innern Skelets, dessen Wirbelbeine den wesentlichsten Theil bilden, sogenannten Wirbelthiere, haben unter allen belebten Wesen die verschiedenartigsten und vollkommensten Fähigkeiten, und, wie man es nach dem Principe, das wir hinsichtlich der Theilung der Arbeit in der thierischen Oekonomie (§. 346) aufgestellt haben, voraussehen konnten, sind sie auch zugleich diejenigen Thiere, deren Organe am zahlreichsten vorhanden und am complicirtesten sind.

Das Vorhandensein eines festen Knochengerüstes im Innern des Körpers gestattet ihnen, eine Größe zu erreichen, die man bei den Gliederthieren, Mollusken und Zoophyten, niemals findet; und die Beschaffenheit dieses Skelets, dessen Stücke alle mit einander verbunden sind, gibt ihren Bewegungen eine Genauigkeit und Kraft, die man bei andern Thieren nur selten antrifft. Dieses innere Skelet, von dem man nichts Aehnliches in einer andern Hauptabtheilung des Thierreichs aufweisen kann, ist gewöhnlich aus Knochen zusammengesetzt und nahezu auf die nämliche Weise, wie bei dem Menschen, gebaut; manchmal jedoch z. B. bei den Rochen, ist es nur aus Knorpeln gebildet, und man kennt sogar Fische, wo es sich fast auf eine Haut reduzirt findet. Unser seitheriges Studium (§. 259 und §. 282) dispensirt uns von weitern Abhandlungen über diesen Gegenstand; wir fügen hier nur noch die Bemerkung bei, daß derjenige Theil des Skelets, der niemals fehlt, und am wenigsten von einem Thier zum andern variirt, eine knöcherne Hülle ist, die das Gehirn und Rückenmark einschließt und durch die Wirbelsäule und die Hirnschale gebildet wird; die Rippen fehlen bei einigen Thieren, z. B. bei dem Frosch, bei andern ist kein Brustbein vorhanden; besonders aber bei den Gliedmaßen zeigt das Skelet zahlreiche Modifikationen; bald fehlen alle Knochen, die gewöhnlich in die Zusammensetzung dieser Organe eintreten, vollständig (dies sieht man bei der Schlange u. s. w.), bald ist bloß ihre Zahl vermindert; in diesem letzteren Falle ist alsdann zu bemerken, daß bei den Wasserthieren die Brustgliedmaßen eine beträchtlichere Entwicklung darbieten und auf eine allgemeinere Weise bestehen, als die Bauchgliedmaßen, während diese letzteren bei den Landthieren weniger häufig an Bedeutung verlieren und dagegen die Vorderglieder die meisten Beispiele einer unvollständigen Entwicklung darbieten. Was die Modifikationen betrifft, welche diese Organe erleiden, um zur Ausübung der verschiedenen Funktionen geeignet zu werden, so haben wir bereits davon gesprochen, daher wir uns hier nicht mehr dabei aufhalten wollen (siehe §. 289. bis 295). Noch ist zu bemerken, daß der besonders zum Schwimmen nützliche Schwanztheil bei den Fischen entwickelter als bei den übrigen Klassen der Wirbelthiere ist; auch bei dem Fluge hat er wichtige Funktionen und stellt daher bei den Vögeln einen ziemlich constanten Bau dar, während er für die wesentlichen Landthiere aus der Klasse der Säugethiere und der Reptilien in der Regel ganz unnütz wird und öfters beinahe gänzlich fehlt. Bemerkenswerth ist auch, daß bei den in der Reihe der Wirbelthiere weniger hoch stehenden Thieren das Skelet gewöhnlich aus einer weit größeren Anzahl Stücke zusammengesetzt ist als bei den Säugethieren und den Vögeln, was größtentheils von einer Art Stillstand in der Entwicklung, herzurühren scheint, in Folge dessen die Elementarstücke dieses Knochengerüstes nicht zusammenwachsen, um dadurch beträchtlichere Knochen zu bilden, wie es im Alter bei den warmblütigen Wirbelthieren geschieht. Diese Vervielfältigung unterschiedener Knochenstücke läßt sich besonders an dem Kopfe bemerken; sie ist schon sehr bedeutend bei den Reptilien, steigt aber bei den Fischen bis auf den höchsten Grad, und ist einer der Umstände, die manchmal dazu beitragen, die in dem Skelet der verschiedenen Wirbelthiere gewöhnlich so deutlich ausgesprochenen Analogien in Zusammensetzung sehr undeutlich zu machen.

§. 384 Das Nervensystem ist bei den Wirbelthieren weit entwickelter als bei den andern Abtheilungen des Thierreichs, und besonders ist hier der Centraltheil durch seine Größe ausgezeichnet. Mit dieser Organisationsweise steht die Sensibilität dieser Thiere im Verhältniß, und ihre Intelligenz überragt die aller andern Thiere.

Der Centraltheil des Nervensystems zeigt bei allen diesen Thieren hinsichtlich der Lage die nämlichen Beziehungen und die gleiche Fundamentalzusammensetzung wie bei den Menschen; er liegt ganz auf der Rückseite des Körpers oberhalb des Nahrungskanales (Fig. 128), und immer unterscheidet man daran ein großes Gehirn, aus zwei Halbkugeln zusammengesetzt, Sehhügel, ein kleines Gehirn und ein Rückenmark; nur wird das Gehirn immer und immer kleiner und in seiner Struktur einfacher, je weiter man von dem Menschen zu den Fischen hinabsteigt. Auch gleichen die Nerven sämmtlicher Wirbelthiere mehr oder weniger genau denen des Menschen; solche, die zu den Funktionen des höhern thierischen Lebens gehören, kommen alle aus dem Gehirn und dem Rückenmarke; die meisten entspringen darin aus zwei Wurzeln, wovon die eine an ihrer Basis einen Ganglion zeigt.

Die Nerven der Eingeweide gehören zum größten

Theil dem Ganglienſyſtem an, welches ſich ſtets mit dem Centraltheil des Nervenſyſtems durch eine Menge kleiner Verzweigungen verbindet, die mit den Rückgratsnerven anaſtomoſiren. Die äußeren Sinne ſind immer fünf an der Zahl, und die Organe, die der Sitz davon ſind, zeigen nahezu den nämlichen Bau, wie beim Menſchen.

§. 385. Der Verdauungsapparat läßt in dieſer großen Abtheilung des Thierreichs nur ziemlich geringe Unterſchiede bemerken; die beiden Oeffnungen des Speiſekanals liegen immer weit von einander entfernt; die Kinnladen entfernen ſich von einander in der Richtung der Mittellinie des Leibes und nehmen niemals eine ſeitliche Richtung an, wie man bei den Gliederthieren bemerkt; der Darmkanal iſt im Bauche durch ein Meſenterium feſtgehalten (§. 45), und der Chylus wird von dem Darmkanale aus ſtets nach den Venen vermittelſt beſonderer, zu dem lymphatiſchen Gefäßſyſtem gehörigen Kanälen geführt.

Das ſtets rothe und an Blutkügelchen weit reichere Blut, als das der unteren Thiere, gelangt durch die Venen zum Herzen: zuerſt tritt es in einen Vorhof, geht dann in eine Herzkammer, von wo es ſich entweder ganz oder nur theilweiſe in den Reſpirationsapparat begibt; gewöhnlich kehrt dieſe ernährende Flüſſigkeit wieder zum Herzen zurück, ehe es in die verſchiedenen Theile des Leibes ſtrömt; manchmal jedoch begibt es ſich unmittelbar dahin; ſeine Circulationsbewegung wird bald durch einen einzigen Vorhof und eine einzige Herzkammer, bald durch zwei unter ſich vereinigte Vorhöfe und einer einzigen Herzkammer, und bald durch ein aus zwei Herzkammern und zwei Vorhöfen zuſammengeſetztes Herz beſtimmt (ſiehe §. 107, 108, 109). Die Reſpiration findet immer in einem beſonderen Apparate ſtatt, der in einer innern Höhle des Leibes liegt; ſie iſt aber nicht immer, wie bei dem Menſchen, eine Luftreſpiration, daher ſie ihren Sitz bald in den Lungen, bald in den Kiemen hat.

Unter den Abſonderungsorganen, deren Vorhandenſein bei dem Menſchen wir ſchon früher bezeichnet haben, gibt es zwei, die nie fehlen: nämlich die Leber und die Nieren. Die Bauchſpeicheldrüſe iſt gleichfalls bei den meiſten Wirbelthieren vorhanden, auch findet man bei ihnen eine mehr oder weniger entwickelte Milz.

§. 386. Die Natur ſcheint alſo in der Erſchaffung aller dieſer Weſen einen und denſelben allgemeinen Plan befolgt zu haben: ſie ſind jedoch alle von einander verſchieden, und einige dieſer Differenzen ſind ſogar von hoher Wichtigkeit; auch führen ſie, wie wir bereits geſehen haben, zur Theilung dieſer großen Abtheilung des Thierreichs in vier Klaſſen: die Säugethiere, die Vögel, die Reptilien und die Fiſche.

Die Klaſſe der Säugethiere.

§. 387. Die Klaſſe der Säugethiere beſteht aus dem Menſchen und allen denjenigen Thieren, die ihm in den wichtigſten Punkten ihrer Organiſation ähnlich ſind; ſie ſtellt ſich mit Recht an die Spitze des Thierreichs, da ſie Thieren mit den verſchiedenartigſten Bewegungen, den feinſten Empfindungen, den mannigfaltigſten Fähigkeiten und der entwickelteſten Intelligenz in ſich begreift; ſie intereſſirt uns auch mehr als jede andere, denn ſie gibt uns Thiere, die nicht nur für unſere Ernährung, ſondern auch für unſere Arbeiten und unſere Induſtrie die nützlichen ſind.

Man kann gewöhnlich ſchon auf den erſten Blick ein Säugethier von einem Vogel, einem Reptil, einem Fiſche oder von jenem andern Thiere bloß durch die Betrachtung ſeiner äußern Form und der Natur ſeiner Bedeckung leicht unterſcheiden; denn die Säugethiere ſind die einzigen Wirbelthiere, deren Körper mit Haaren bedeckt iſt, und gewöhnlich entfernt ſich ihre allgemeine Form nur wenig von der Form ſolcher Thiere, die wir beſtändig vor unſern Augen haben und als Typen dieſer Gruppe nehmen; manchmal jedoch laſſen ſie ſich nicht durch eine ſo oberflächliche Unterſuchung erkennen, denn es gibt Säugethiere, bei welchen die Haut völlig nackt iſt und der Leib, anſtatt dem des Hundes, des Pferdes oder eines andern gewöhnlichen Säugethiers zu gleichen, Formen zeigt, die den Fiſchen eigen ſind; in dieſem Falle ſind z. B. das Meerſchwein (Fig. 168) und der Wallfiſch: im gemeinen Leben hält man ſie auch wirklich für Fiſche, von denen ſie jedoch durch ihre Brüſte, ihre Reſpirationsweiſe und noch durch eine Menge anderer ſehr merkwürdiger Züge verſchieden ſind.

Fig. 168. Das Meerſchwein (Delphinus Phocaena).

§. 388. **Entwicklung und Säugung.** Was die Säugethiere am meiſten bezeichnet, iſt ihre Entwicklungs- und Ernährungsweiſe während der erſten Lebenszeit. Dieſe Thiere gebären alle lebendige Jungen und ſind im Embryozuſtand nicht von einer Anhäufung ernährender Stoffe umgeben, wie man es bei den eierlegenden Thieren ſieht; ſie nehmen dieſe Stoffe unmittelbar aus dem Blute der Mutter, und auch noch nach der Geburt ſieht man das Junge auf Koſten der Mutter leben, welche es mehr oder weniger lange ſäugt.

Die zu dieſem Gebrauche beſtimmte Milch iſt eine weiße und undurchſichtige Flüſſigkeit, gebildet aus Waſſer, welches Milchzucker, Käſeſtoff, einige Salze und ein wenig freie Milchſäure in ſich aufgelöst und Butterkügelchen enthält. Ihre Eigenſchaften wechſeln ein wenig bei den verſchiedenen Thieren und können durch die Nahrungsſtoffe, die ſie zu ſich nehmen, modifizirt werden; in der Regel läßt ſie nach der Verdunſtung 10 bis 12 Prozente feſte Theile zurück, doch kann ſich ihr Reichthum je nach den Umſtänden bedeutend abändern.

Dieſe ernährende Flüſſigkeit wird durch beſondere Drüſen, die ſogenannten Brüſte oder Zitzen abgeſondert, die in beiden Geſchlechtern vorhanden ſind, aber nur bei dem Weibchen zur Säugung des Jungen dienen. Aehnlichen Organen begegnet man in keiner andern Thierklaſſe mehr, und eben weil ſie bei allen Säugethieren vorhanden ſind, ſo haben die Zoologen den letzteren dieſen Namen gegeben.

In der Regel ſteht die Zahl der Zitzen beinahe im Verhältniß zu der der Jungen, aus denen jede Tracht beſteht. Häufig zählt man nur zwei (z. B. bei den Affen, dem Elephanten, der Ziege und dem Pferde), manchmal aber iſt ihre Zahl auch weit größer; ſo beſitzen die Kuh, der Hirſch, der Löwe deren vier, die Katze acht, das Schwein und das Kaninchen zehn, die Ratte zehn bis zwölf und das Aguti zwölf bis vierzehn. Auch die Lage dieſer Drüſen ändert ſich ab; bei den Affen und den Fledermäuſen ſitzen ſie wie bei dem Menſchen vornen an der Bruſt; bei den meiſten Fleiſchfreſſern liegen ſie ebenſowohl am Bauche als an der Bruſt, und bei dem Pferde, dem Schaafe, der Kuh ꝛc. ſind ſie noch weiter nach hinten, nahe an dem Gelenke der Hinterfüße gelegen.

Bald werden die Jungen mit offenen Augen geboren, in welchem Falle ſie laufen und ſich ſelbſt ihre Nahrung ſuchen können; bald kommt eine große Anzahl anderer Säugethiere mit geſchloſſenen Augen und in einem ſolch ſchwachen Zuſtand zur Welt, daß ſie ſich kaum bewegen können; es gibt ſogar ſolche, die, ſo zu ſagen,

unreif geboren werden, denn ihr Körper ist kaum geformt; sie könnten alsdann nicht fortleben, wenn sie nicht noch eine Zeitlang in dem Zitzensack ihrer Mutter hängen blieben. Bemerkenswerth ist es, daß bei den meisten Thieren, die in diesem äußerst unvollkommenen Zustande geboren werden, die Haut an dem Bauche, vor den Zitzen, eine Tasche bildet, die zur Aufnahme und zum Schutze der Jungen dient. Diese Eigenthümlichkeit im Baue bezeichnet die Beutelratzen (Fig. 169),

Fig. 169. Die Beutelratze (Didelphys).

das Känguruh und die andern Säugethiere aus der Ordnung der Beutelthiere, die größtentheils Australien bewohnen. Die Jungen vollenden ihre Entwicklung im Innern dieser Tasche, wo jedes an einer Brustwarze hängt, welche sehr weit in den Mund der Jungen hineinreicht und in ihren Schlund die Milch gießt, die durch die Contraktion der Muskeln, zwischen welchen die Milchdrüsen liegen, ausgestoßen wird. Sind die Jungen in ein gewisses Alter gekommen, so machen sie sich von den Zitzen los, setzen aber dennoch zu saugen fort, und selbst wenn sie sich aus der Tasche, die ihnen bis dahin als Wohnung gedient hatte, herausgemacht haben, suchen sie darin noch lange Zeit nachher einen Zufluchtsort gegen Kälte oder Gefahr.

Fig. 170. Das gemeine Stachelschwein (Hystrix cristata).

§. 389. **Bedeckungen.** Die Haut zeigt, wie wir bereits gesagt haben, bei der Säugethierklasse bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten. Sie ist bei einer kleinen Anzahl dieser Thiere nackt, bei den meisten aber mit Haaren bedeckt, die theils zum Schutz, theils zur Erhaltung der im Innern des Körpers entwickelten Wärme dienen. Das Vorhandensein dieser Haare ist selbst so bezeichnend für diese Klasse, daß einer der ausgezeichnetsten Zoologen unserer Zeit, Herr von Blainville, den Vorschlag machte, den Namen Säugethiere durch den der Haarträger (Pilifera) zu ersetzen, so wie er den Namen Federträger (Penniferа) und Schuppenträger (Squammiferа) zur Bezeichnung der Vögel und Fische angenommen zu wissen wünscht.

Die Haare werden von kleinen Absonderungsorganen, die im Innern der Haut oder unmittelbar darunter liegen, gebildet. Jedes Haar bildet sich in einem kleinen eiförmigen Säckchen mit weißen und festen Wänden, das durch eine enge Oeffnung nach außen mündet und Haarbalg genannt wird.

Das Innere dieses Säckchens ist mit einer bald röthlichen, bald verschiedenartig gefärbten Membrane ausgekleidet, die eine Fortsetzung der Schleimhaut zu sein scheint, und an ihrem untern Theil befindet sich eine kegelförmige Papille oder der Haarkeim, welcher einen Nerven und Blutgefäße erhält, und das Haar erzeugt. Die Substanz, woraus die Haare zum größten Theil zusammengesetzt sind, zeigt die größte Analogie mit ausgetrocknetem Schleim. Wenn man die Haare unter dem Mikroskop betrachtet, so sieht man zuweilen sehr deutlich, daß sie aus einer Menge in einander gefügter kleiner Kegel oder Röhren gebildet sind; gewöhnlich haben sie aber das Aussehen einer einfachen horntigen Röhre, deren Inneres mit einer Marksubstanz ausgefüllt zu sein scheint. Bei den meisten Thieren sind sie cylindrisch gestaltet und an ihrer Basis dicker als an ihrer Spitze; öfters sind sie mehr oder weniger platt gedrückt; man kennt deren, die vollkommen blätterig und Grashalmen ähnlich sind, bald scheint ihre Oberfläche vollkommen glatt zu sein, bald ist sie gerieselt und mit kleinen Fortsätzen bedeckt, oder zeigt sie wohl auch ein perlschnurförmiges Aussehen; endlich ändern sich auch ihre Dicke, Form und Elastizität bedeutend von einem Thier zum andern, so wie in den verschiedenen Körpertheilen eines und desselben Individuums, ab.

Die Namen, womit man die verschiedenen Varietäten der Haare bezeichnet, differiren je nach der Beschaffenheit derselben und je nach den Theilen des Körpers, wo sie wachsen. So nennt man sie Stachel, wenn sie sehr dick, spitzig, sehr steif sind und Dornen oder Stacheln gleichen (Beispiele sind das Stachelschwein, Fig. 170, und der Igel), und Borsten, wenn sie zwar nicht so dick und hart aber doch noch sehr steif sind, ausgenommen an ihrer Spitze (hieher gehört das wilde Schwein); die Pferdshaare sind von den Borsten nur durch eine etwas größere Geschmeidigkeit und durch eine geringere Dicke verschieden; gewöhnlich sind sie, wie diese, gerade, aber doch auch zuweilen wellenförmig, besonders wenn sie sehr lange sind. Die Wolle ist ein langes, sehr feines und in allen Richtungen gewundenes Haar; der Flaum endlich ist aus äußerst feinen und

weichen Haaren zusammengesetzt, welche sich gewöhnlich unter einer mehr oder weniger dichten Lage gewöhnlicher Haare, die man häufig mit dem Namen Grannen bezeichnet, versteckt finden.

Die Farbe der Haare ändert sich bedeutend ab; man kann sie aber fast immer auf Modifikationen von weiß, schwarz, braunroth und gelblich beziehen; sie scheint von der Gegenwart eines in kochendem Weingeist löslichen gefärbten Oeles herzurühren; denn zieht man dieses Oel durch ebengenannte Flüssigkeit aus, so nehmen die Haare alle eine graugelbliche Färbung an. In den weißen Haaren hat man auch ein weißes Oel gefunden, das in den rothen Haaren durch ein röthliches ersetzt wird, und in den schwarzen Haaren hat man die Existenz eines durch Schwefeleisen* dunkelblau gefärbten Oeles nachgewiesen. Bald sind die Haare ihrer ganzen Länge nach einfarbig, bald sind sie an ihrer Spitze dunkler gefärbt als an ihrem Grund, und manchmal zeigen sie auch eine Reihe weißer oder farbiger Ringe. Uebrigens variirt ihre Farbe fast immer an den verschiedenen Stellen des Leibes, und die allgemeine Lage dieser Farben bildet die Farbe der Thiere. Im Allgemeinen sind die Farben an der oberen Fläche des Leibes weit dunkler als an der unteren; wenn sie Flecken bilden, so sind diese immer symmetrisch zu jeder Seite des Körpers vertheilt, so lange die Thiere noch im wilden Zustande leben, denn im andern Falle zeigt ihre Färbung öfters die größte Unregelmäßigkeit.

Die Farbe ist gewöhnlich bei beiden Geschlechtern gleich und verändert sich im Allgemeinen nur wenig in den verschiedenen Altersstufen. Bei einigen Arten jedoch haben die Jungen verschiedenartige Flecken und Schattirungen, welche verschwinden, wenn das Thier ausgewachsen ist, und nicht selten geschieht es, daß sich die Farbe der Säugethiere mit den Jahreszeiten ändert. — Gewöhnlich fallen die Haare in einer bestimmten Periode des Jahres aus und werden durch neue ersetzt; dieser Wechsel, der die Mauser genannt wird, findet am häufigsten im Frühjahre und Herbste Statt. Bald bewerkstelligt sich diese ohne Farbeveränderung der Haare, bald führt sie sehr bedeutende Veränderungen herbei, sei es nun hinsichtlich der Färbung, oder sei es hinsichtlich der Menge und Beschaffenheit der Haare. So wird z. B. unser gemeines Eichhörnchen (Fig. 98), dessen Haarfarbe im Sommer eine dunkelrothe ist, im Winter schön graubläulich. In dieser Jahreszeit, d. h. im Winter, ist der Pelz der Säugethiere gewöhnlich weit dichter als im Sommer, und unter den mehr oder weniger weichen Haaren desselben findet man eine weit beträchtlichere Menge Flaumhaar.

Der Einfluß, den die Temperatur auf die verschiedene Gegenden bewohnenden Thieren hat, äußert sich auf die gleiche Weise; die Thiere der kalten Länder haben einen dichten und reichlich mit Flaumhaar besetzten Pelz, während die der heißen Gegenden nur kurze, trockene, steife und weniger zahlreiche Haare besitzen.

Was man am meisten an den Pelzen sucht, das ist die Feinheit, der Reichthum, die Weichheit und der Glanz der Haare; aus dem, was wir nun in Beziehung auf den Einfluß der Jahreszeiten und des Klimas auf die Bedeckung der Säugethiere gesagt haben, kann man voraussehen, daß man in den kältesten Ländern auf den Gebirgen und besonders während des Winters nothwendig die schönsten Pelzwerke finden muß, und wir beziehen auch in der That fast alle unsere Pelze aus dem Norden. Frankreich und die benachbarten Länder liefern wohl auch einige unter dem Namen Bälge bekannten Pelze; jedoch ist der Pelzhandel nur in Sibirien und dem nördlichsten Theile von Amerika von Bedeutung.

Stehen die Haarwurzeln sehr dicht an einander, so wachsen die Haarschafte dergestalt zusammen, und bilden feste Platten. Auf diese Weise scheinen die den ganzen Leib gewisser sehr auffallender und unter dem Namen Schuppenthiere (Pangolin) (Fig. 171) bekannter Säugethiere bedeckende Schuppen und der Panzer des Gürtelthiers zu entstehen; auch sind die Anatomen damit einverstanden, die Nägel und das Horn, als auf dieselbe Weise entstanden, zu betrachten.

Fig. 171. Das Schuppenthier oder Pangolin (Manis macroura).

§. 391. **Das Skelet.** Die allgemeine Form des Leibes wird hauptsächlich durch das Skelet bestimmt; doch zeigt sie manchmal auch Eigenthümlichkeiten, die mit dem Bau dieses innern Knochengerüstes in keiner Beziehung stehen; auch werden die den Rücken der Kameele (Fig. 172) überragenden Höcker nicht durch Knochen unterstützt, sondern bestehen bloß in einer Anhäufung von Fettgewebe.

Das Skelet zeigt in seiner Bildung stets die größte Aehnlichkeit mit dem menschlichen Skelet, das wir bereits (§. 269, u. f. w.) betrachtet haben. Die Unterschiede, die man bei den verschiedenen Thieren dieser Klasse daran bemerkt, hängen im Wesentlichen ab: 1) von dem Nichtvorhandensein der hinteren Glied-

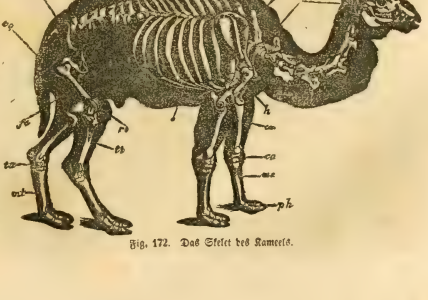


Fig. 172. Das Skelet des Kameels.

* Es ist auch in den verschiedenen Haararten Schwefel vorhanden, welcher leicht mit Blei und einigen andern Metallen eine Verbindung eingeht, um dadurch gefärbte Schwefelmetalle zu bilden; auf diese Weise ist uns ein Mittel an die Hand gegeben, sie durch Anwendung von Bleisalzen, Quecksilbersalzen u. s. w., schwarz zu färben, weil das Schwefelmetall, das sich alsdann in der Haarsubstanz bildet, diese Farbe zeigt.

maßen bei den fischförmigen Säugethieren, z. B. dem Meerschwein (Fig. 168) und dem Wallfisch, welche die Zoologen in der Ordnung der Walthiere zusammengefaßt haben; 2) von der Verminderung der Anzahl der Zehen und dem Mangel des Schlüsselbeins bei den meisten Arten, deren Gliedmaßen bloß zum Gange dienen; 3) von einigen Abänderungen in der Anzahl der Wirbelbeine, besonders in der Hals- und Schwanzregion; 4) von Ungleichheiten in der relativen Größe dieser Knochen.

§. 392. **Bildung des Kopfes.** Die Form des Kopfes variirt bedeutend, je nachdem das Angesicht eine mehr oder weniger große Ausdehnung erhalt oder die Hirnschale weiter entwickelt ist, und nicht ohne Interesse ist das Studium dieser verschiedenen Verhältnisse; denn es besteht, wie wir bereits gesehen haben, im Allgemeinen eine ziemlich unmittelbare Beziehung zwischen dem Grade der Intelligenz eines Thieres und den relativen Dimensionen des Hirnschädels (§. 342). In dem Maße, als man sich von dem Menschen entfernt, sieht man die Hirnschale kleiner werden, die Kinnladen und Nasenhöhlen an Größe zunehmen, die Augenhöhlen sich immer mehr seitwärts richten, und immer weniger von den Schläfengruben unterschieden; das Hinterhauptloch endlich, durch welches das Rückenmark hindurch geht, und die beiden Gelenkköpfe, womit der Kopf mit der Wirbelsäule artikulirt, rücken, anstatt in der Mitte der untern Seite der Hirnschale zu liegen, mehr und mehr nach hinten und nehmen endlich die hintere Seite ein, so daß die Kinnladen nicht mehr einen rechten Winkel mit der Wirbelsäule bilden, sondern mit der Axe des Körpers parallel werden. Uebrigens findet man überall fast dieselben Knochen, auch ist die Artikulationsweise der Unterkiefer für die Säugethierklasse bezeichnend: dieser Knochen ist unmittelbar mit der Hirnschale vermittelst zweier hervorspringender Gelenkfortsätze verbunden, der Schläfentheil, der ihn aufnimmt, ist mit dem Felsentheil verwachsen und tritt in die Zusammensetzung der Hirnschalwandungen ein, während der Unterkiefer bei den Vögeln, den Reptilien und den Fischen an einem zwischen ihr und dem Felsenbein liegenden Knochen hängt.

§. 393. Verschiedene Säugethiere zeigen in der Bildung ihres Kopfes eine merkwürdige Eigenthümlichkeit, die in mehr oder weniger langen Hörnern besteht. Zuweilen gehören diese Verlängerungen der Fortsätze nur der Haut an und scheinen aus zusammengewachsenen Haaren gebildet zu sein; dies ist bei den Hörnern der Fall, womit die Nase des Nashorns (Fig. 173) bewaffnet ist; aber in der Regel ist es

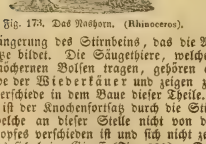


Fig. 173. Das Nashorn. (Rhinoceros).

eine Verlängerung des Stirnbeins, das die Axe dieser Fortsätze bildet. Die Säugethiere, welche Hörner mit knöchernen Bolzen tragen, gehören alle zu der Gruppe der Wiederkäuer und zeigen ziemlich große Unterschiede in dem Baue dieser Theile. Das eine Mal ist der Knochenfortsatz durch die Stirnhaut bedeckt, welche an dieser Stelle nicht von der des übrigen Kopfes verschieden ist und sich nicht zerfasert; so findet es sich beim Giraff (Fig. 200). Das andere Mal ist der knöcherne Theil des Hornes anfänglich mit einer behaarten Haut überkleidet, die er verliert, und nach dem er eine Zeitlang bloß gelegen war, fällt er selbst ab, um einem neuen Horn Platz zu machen, das bestimmt ist, seinerseits den nämlichen Wechsel zu erleiden. Diese hinfälligen Hörner heißen Geweihe und werden bei den dem Hirschgeschlechte angehörigen Thieren angetroffen (Fig. 175). Ein anderes Mal endlich wächst die knöcherne Axe das ganze Leben hindurch, fällt nie ab, und ist in eine aus einer elastischen Substanz, dem sogenannten Horn, das eine Aehnlichkeit mit der Nagelsubstanz hat und schichtenweise wächst, gebildeten Scheide gesteckt. Diesen, wie von einem Etui, welches aus zusammengebackenen Haaren gebildet zu sein scheint, bedeckten Hörnern gibt man den Namen Hohlhörner; sie werden bei den verschiedenen Ochsen-, Schaf-, Ziegen- und Antilopenarten gefunden. Bemerkenswerth ist noch ferner, daß bei allen diesen Thieren, mit Ausnahme der Antilopen, die knöcherne Bolzen der

Fig. 174. Ein Ziegenkopf.

Hörner von großen Zellen, die mit den Sinus frontales der Nase in Verbindung stehen und auf diese Weise Luft in ihr Inneres aufnehmen, durchlöchert ist.

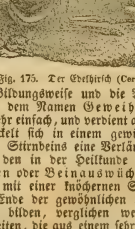


Fig. 175. Der Edelhirsch (Cervus Elaphus).

Die Bildungsweise und die Art der Erneuerung der unter dem Namen Geweih bekannten Hörnerarten ist sehr einfach, und verdient angegeben zu werden. Es entwickelt sich in einem gewissen Alter zu jeder Seite des Stirnbeins eine Verlängerung, dessen Gestalt mit den in der Heilkunde unter dem Namen Exostosen oder Beinauswüchse bekannten Knorren oder mit einer knöchernen Schwiele, die sich um das Ende der gewöhnlichen Knochen bei einem Beinbruch bilden, verglichen werden kann. Diese Erhabenheiten, die aus einem sehr compacten Gewebe bestehen, wachsen schnell und heben die Haut, von der sie bedeckt sind, in die Höhe. Diese Haut befindet sich alsdann in einem der Entzündung nahen Zustand und nimmt eine große Menge Blut auf, das ihr durch zahlreiche Blutgefäße, welche die Oberfläche des Geweihes durchfurchen, zugeführt wird; bald aber bildet sich an der Basis des Knochenfortsatzes ein Kreis kleiner Höcker, welche, indem sie sich vergrößern, diese ernährenden Gefäße zusammenpressen und obliteriren; da nun die häutige Hülle des Horns kein Blut mehr empfängt, so stirbt sie ab, vertrocknet sodann und fällt ab. Das Geweih liegt nun nackt und erfährt bald das Schicksal eines jeden Knochens, der seiner weichen ihn umgebenden Theile beraubt ist und der Luft ausgesetzt bleibt; das Nämliche, was in vielen

Fällen von Verwundungen beim Menschen stattfindet, tritt auch hier in Folge von Erscheinungen ein, deren wir vorhin Erwähnung thaten: der Knochen wird vom schwarzen Brand befallen, stirbt ab, macht sich endlich von der Hirnschale los und fällt ab. Das Thier ist alsdann ohne Waffen; doch kurze Zeit nachher (gewöhnlich nach 24 Stunden) bedeckt ein dünnes Häutchen die durch das Abfallen des Geweihes verursachte Wunde, worauf sich bald eine neue Knochenverlängerung an der Stelle der alten erhebt. In der Regel wird das neue Geweih größer als das vorhergehende; auch ist gewöhnlich die Zahl der Aeste oder Enden größer; seine Dauer ist aber deßhalb nicht größer, auch gehen an ihm die gleichen Erscheinungen vor, wie beim ersteren.

Dieses interessante Phänomen findet gewöhnlich nur im Frühjahr Statt, und fast immer erneuert sich das Geweih regelmäßig jedes Jahr. Uebrigens scheint eine unverkennbare Beziehung zwischen der Epoche, wo dies vor sich geht, und der periodischen Aktivität der Fortpflanzungsfunktionen zu bestehen; denn bei solchen Hirschen, wo die Brunst kein Zustand heftiger und begränzter Krisis ist, bleiben die Hörner mehr als ein Jahr lang stehen. Gewöhnlich ist nur das Männchen mit diese Zierde geziert; eine merkwürdige Species, das Rennthier, macht jedoch von dieser Regel eine Ausnahme, insofern das Weibchen ebenso gut Hörner trägt als das Männchen.

§. 394. Eine andere interessante Abweichung, die man in der Kopfbildung bei einigen Säugethieren antrifft, rührt von einer ungewöhnlichen Entwicklung der Nase her, die sich zu einem langen und ausdehnbaren Rüssel verlängert. Diese Beschaffenheit zeigt in der That jenes Organ, das dem Elephanten ein so sonderbares Aussehen und eine so große Geschicklichkeit verleiht. Der Rüssel dieser Thiere ist ein doppelter Schlauch, welcher sich oben in den Nasenhöhlen fortsetzt und innerlich mit einer faserfehnigen Haut ausgekleidet ist, um welche herum sich Tausende von kleinen Muskeln befestigen, die verschiedenartig in einander geschlungen und so angelegt sind, daß sie den Rüssel verlängern, verkürzen und nach allen Richtungen biegen können. An seinem obern Ende ist eine klappelige und elastische Klappe, welche, wofern sie nicht durch die freiwillige Contraction ihrer Muskeln gehoben wird, die Verbindung zwischen den Nasenhöhlen und der Außenwelt aufhebt; endlich findet sich an seinem freien Ende ein fingerförmiger Anhang, der gleichfalls beweglich ist. Dieser lange Rüssel dient dem Elephanten (Fig. 176) zum Ergreifen alles dessen, was er zu seinem Mund führen will, ferner zum Abreißen des Grases und der Blätter, wovon er sich ernährt und endlich zum Schöpfen des Getränkes, das er alsdann in den Schlund spritzt: ohne ihn würde er vermöge seines allgemeinen Körperbaues fast unmöglich leben können. In der That, damit ein Thier auf dem Boden bequem seine Nahrung suchen kann, muß die Länge seines Halses, wenn keine besonderen Organe zum Ergreifen vorhanden sind, mit der Länge seiner Füße proportional sein, so daß es durch Herabsenken seines Kopfes den Boden mit seinen Lippen berühren kann, ohne daß es die Füße beugt; ist es hochbeinig, so muß es also einen langen Hals haben; allein diese Einrichtung ist unvereinbar mit einem sehr großen und schweren Kopf, dessen Gewicht um so schwieriger zu tragen ist, als er am Ende eines längeren Halses steht. Auch beobachtet man, daß der Hals bei allen hochbeinigen Thieren, die ihre Nahrung mit dem Munde zu ergreifen haben (z. B. die Giraffe, Fig. 200), mehr oder weniger lang ist; während er bei Thieren, deren Kopf stark und schwer, und zur Ausführung energischer Bewegungen bestimmt, der Hals mehr oder weniger kurz ist. Die Elephanten nun sind sehr große Thiere, mit einem vom Boden sehr weit entfernten Kopf, dessen Volumen im Verhältniß zu den ungeheuren Stoßzähnen steht, womit der Oberkiefer bewaffnet ist; sein Gewicht ist daher sehr beträchtlich und der ihn tragende Hals sehr kurz: wenn sie eines Rüssels beraubt wären, so müßte der Körper nach einem ganz andern Plan organisirt sein. Die Elephanten, wovon heutzutage nur zwei Arten vorhanden sind — die eine in Afrika, die andere in Indien einheimisch, sind die einzigen Säugethiere, die mit einem solchen Ergreiforgan versehen sind; aber etwas dem Analoges besitzt bei gewissen Thieren aus derselben Klasse, die ihrer Nahrung wegen die Erde zu durchwühlen bestimmt sind; so haben die den Schweinen ziemlich nahe stehenden Tapire eine weit über den Mund hinaus verlängerte und einen kleinen Rüssel bildende Nase, die verlängert und verkürzt werden kann (Fig. 177). Auch das Desman (Fig. 178), ein der Spitzmaus verwandter Insektenfresser, welches aber so gebaut ist, daß es mit

Fig. 178. Das Desman (Myogale moschata).

Fig. 176. Der indische Elephant.

Fig. 177. Ein Tapirskopf.

Fig. 179. Das Skelet des Dujung (Halicore Dugong).

Leichtigkeit schwimmen und auf dem Grunde seines in die Dämme gegrabenen Lagers leben kann, zeigt eine solche Bildung.

§. 395. **Der Rumpf.** Die Wirbelsäule zeigt bei der Abtheilung der Wirbelthiere nur leichte Modifikationen und überall die nämlichen Charaktere wie bei dem Menschen (§. 171); wir bemerken blos, daß ihre Länge bedeutend sich abändert und daß die Zahl der Wirbelbeine bei weitem nicht constant ist. Diese numerischen Unterschiede rühren namentlich von der ungleichen Entwicklung des Schwanztheils der Wirbelsäule her; so sind z. B. das eine Mal keine Schwanzwirbeln vorhanden (z. B. bei den Fledermäusen aus der Gattung der Russetten); während man ein anderes Mal deren 40 und 50, ja sogar mehr als 60 zählt. Beachtenswerth ist ferner, daß diese Schwanzwirbel zweierlei Art sind: die einen behalten einen Kanal zum Durchgang des Rückenmarks bei, die andern haben keinen mehr; endlich sind ihre Fortsätze um so hervorspringender, je stärker und beweglicher der Schwanz ist; bei den meisten Säugethieren dient dieses Organ nur wenig zu den Bewegungen, hingegen wird es bei andern ein kräftiges Werkzeug für die Ortsbewegung. Bei dem Känguruh z. B. und dem Jerboa u. s. w. bildet der Schwanz mit den Hinterfüßen eine Art Dreifuß, worauf sich das Thier setzt und fortschnellt (Fig. 85); bei sehr vielen amerikanischen Affen ist er zum Ergreifen eingerichtet und dient diesen Thieren als eine fünfte Hand, um sich damit an die Baumäste zu hängen (Fig. 91); außerordentlich groß wird er endlich bei den Walthieren (Cetaceen), wo er sich zu einem vortrefflichen Schwimmorgan gestaltet. Bei diesen letzteren Thieren bemerkt man auch unterhalb der ersten Schwanzwirbel Knochen von der Form eines V, welche auf irgend eine Weise die Rippen darzustellen scheinen, und zur Vermehrung der Kraft der Beugemuskeln dieses Körpertheils dienen (Fig. 179). Auch die Halslänge variirt bedeutend; bei der Giraffe z. B. ist sie sehr beträchtlich, während sie sich bei dem Wallfisch beinahe auf ein Nichts reduzirt, und dennoch beträgt hier die Zahl der Halswirbeln fast immer sieben, wie bei dem Menschen; man weiß in dieser Beziehung nur zwei Ausnahmen von der Regel: nämlich das Faulthier mit neun und die Seekuh (Lamantin) mit sechs Halswirbeln.

§. 396. Nur wenige Veränderungen zeigt die Bildung des Brustkastens; die Zahl der Rippenpaare entspricht genau der Zahl der Rückenwirbel u. s. w., deren es in der Regel 12 bis 14, und zuweilen auch noch mehr sind; denn bei dem Pferde z. B. zählt man deren 18 und bei dem asiatischen Elephanten sogar 20. Das Brustbein (sternum) ist gewöhnlich schmal und platt; nur bei den Fledermäusen, wo die Abziehmuskeln des Flügels eine große Kraft besitzen und auf diesem Knochen eine breite Oberfläche zu ihrer Anheftung finden müssen, zeigt es auf der Mittellinie desselben häufig eine erhabene Leiste, wodurch dieser Knochen mit dem Brustbein der Vögel einige Aehnlichkeit erhält. Bei sämmtlichen Thieren dieser Klasse ist die Brusthöhle von der Bauchhöhle durch eine vollständige aus dem Zwerchfellmuskel gebildeten Scheidewand geschieden.

§. 397. **Gliedmaßen.** Die Zahl der Gliedmaßen ist bei allen gewöhnlichen Säugethieren vier; bei den Wallfischen und den andern flschförmigen Säugethieren, die man mit dem gemeinsamen Namme Walthiere oder Cetaceen bezeichnet, beträgt sie aber nur zwei, weil keine Hintergliedmaßen vorhanden sind. (Fig. 179.) Diese Organe setzen sich, wie bei dem Menschen, immer aus einem Grundtheil und einem gegliederten Hebel zusammen, welcher letztere in drei Hauptheile, nämlich in den Oberarm oder den Schenkel, den Vorderarm oder den Unterschenkel und die Hand oder den Fuß getheilt ist; wie wir aber bereits in §. 294 u. s. w. gesehen haben, so ändert sich die Bildungsweise dieser verschiedenen Theile, je nach dem Gebrauch, den diese Thiere davon zu machen haben, immer ein wenig ab.

Der Grundtheil der Brustgliedmaßen oder die Schulter besteht, wie wir gesagt haben, wesentlich aus einem großen platten Knochen, der an die Rippen angelehnt ist, als Stützpunkt für den Oberarm dient und Schulterblatt heißt. Dieser Knochen ist in der Richtung der Wirbelsäule um so ausgedehnter, je größere Anstrengungen das Thier mit seinem Oberarme zu machen hat; diese Form gibt auch in der That den zum Tragen dieses Gliedes bestimmten Muskeln ausgedehntere Anheftspunkte. Bei Säugethieren, die sich ihre Brustgliedmaßen als Greif- oder Klettorgane bedienen, die sie stark gegen die Brust einwärtszuziehen, wird das Schulterblatt in seiner normalen Lage mit Hülfe des Schlüsselbeins erhalten, welches an dem einen Ende mit ihm artikulirt und mit dem andern nach Art eines Strebepfeilers gegen das Brustbein gestützt ist (cl, Fig. 77); bei solchen vierfüßigen Thieren aber, die nur wenige oder keine Bewegung dieser Art ausführen und von diesen Gliedmaßen nur zum Gehen oder Schwimmen Gebrauch machen, fehlt das Schlüsselbein entweder ganz oder ist nur eine Spur davon vorhanden: in diesem Falle befinden sich sämmtliche Vierfüßler mit Hufen und noch mehrere andere. Bei einigen sehr auffallenden Säugethieren Neuhollands, z. B. bei den Schnabelthieren, nehmen die Schulterbeine dagegen eine sehr große Entwicklung und hat ihre Anordnung eine weit größere Aehnlichkeit mit dem, was bei den Vögeln und den Eidechsen vorhanden ist, als mit dem, was man bei den gewöhnlichen Säugethieren sieht: ein Knochen von der Form eines I (d, Fig. 180) stützt sich gegen das vordere Ende des Brustbeins (s), und sendet seine zwei Aeste an die beiden Schulterblätter ganz nach Art des Brustbeins der Vögel (co); zwei unterhalb dieses Schlüsselbeins gelegene Stücke (c) zeigen den rabenschnabelförmigen Fortsatz (Rabenschnabel) der Vögel und Eidechsen; das Schulterblatt (o) selbst verlängert sich,

Fig. 180.

anstatt sich in der zur Aufnahme des Oberarmknochenkopfes bestimmten Grube zu begränzen, noch darüber hinaus und vereinigt sich unmittelbar mit dem Brustbein (s).

Die Funktionen des Grundtheils der Bauchgliedmaßen ändern sich weniger als die der Schulter ab; auch ist die Bildungsweise dieses Theils constanter. Nimmt man die Cetaceen aus, wo vom Becken kaum eine Spur vorhanden ist, so kann man wohl sagen, daß die Hüftbeine immer eine unbewegliche Artikulation mit dem Kreuzbeine bilden, und sich mit einander an ihrem untern Ende zu einem mehr oder weniger weiten geschlossenen Ring, dem sogenannten **Becken**, verbinden. Nicht wenig variiren die Form und Dimensionen dieses knöchernen Gürtels; und man bemerkt, bei sonst gleichen Umständen, daß die senkrechte Stellung auf den Hintergliedern um so weniger Schwierigkeit hat, je breiter das Becken ist. Auch muß man sich merken, daß bei den Beutelratzen und den andern Beutelthieren die den Sack oder Beutel dieser Thiere bildenden Bauchmuskeln von zwei besondern Knochen, die aus dem vordern Theile des Beckens kommen, und von den Anatomen mit dem Namen cornua pelvis abdominalia belegt sind, unterstützt werden (Fig. 181, m).

Fig. 181.

Der Oberarm (humerus) und der Oberschenkel (femur) stellen bei allen Säugethieren nur einen einzigen Knochen, den Oberarmknochen (os humeri) oder das Oberschenkelbein (os femoris), dar. Die Vorderarm- und Unterschenkelknochen sind im Allgemeinen die nämlichen wie bei dem Menschen; nur besteht bei den Fledermäusen sowohl an den vordern als hintern Gliedmaßen eine deutlich ausgesprochene Kniescheibe. In der Regel sind alle diese Knochen um so kürzer und breiter, mit je mehr Kraft das Thier seine Glieder zu bewegen hat, und werden dagegen lang und dünn, wenn die Behendigkeit der wesentliche Charakter der Bewegung ist. Der Maulwurf (Fig. 182), der sich seiner Vorderglieder zum

Fig. 182. Der Maulwurf (Talpa).

Fig. 183. a Der Humerus des Maulwurfs. b Der Vorderfuß.

Durchwühlen des Bodens bedient, und die Gemse oder die Bisamhirsche, welche in und durch die Leichtigkeit und die Weite ihrer Sprünge Bewunderung erregen, können als Beispiele von diesen beiden Modifikationsweisen dienen.

Wenn die Hand ein Organ für die Ortsbewegung und keines zum Greifen wird, so kann sich die Speiche

Fig. 184. Der Bisamhirsch.

nicht mehr um das Ellenbogenbein drehen, und beide wachsen endlich so innig zusammen, daß man keines von beiden mehr unterscheiden kann; ebenso verhält es sich auch mit dem Wadenbeine, welches mit dem Schienbein bei den Huftthieren verwächst.

Die Bildung der Hand und des Fußes bietet in der Säugethierklasse bedeutende Verschiedenheiten dar, je nachdem die Gliedmaßen zum Gehen, Greifen, Schwimmen oder zum Fliegen dienen sollen; diese interessanten Modifikationen sind bereits bekannt gemacht worden, daher ist es nicht mehr nöthig, sich dabei hier aufzuhalten; bloß die Bemerkung wollen wir hier noch beifügen, daß die Zahl der Zehen niemals über fünf hinausgeht und sich um so mehr vermindert, je ausschließlicher die vier Gliedmaßen zum Gange bestimmt sind.

§. 398. **Sinnesorgane.** Sind die Finger oder Zehen nicht bloß Organe für die Ortsbewegung und zum Greifen, sondern auch Werkzeuge für den Tastsinn, so hat der Grad der Biegsamkeit derselben und die Beschaffenheit ihrer Bewegungen einen Einfluß auf den Gebrauch. Wenn sie die zu befühlenden Gegenstände nicht umfassen können; und sich die Hand gleichsam ihrer Form nicht anpassen kann, so bleibt das Betasten nothwendig sehr unvollkommen; dieser Tastsinn wird aber noch stumpfer, wenn der Nagel, anstatt den größten Theil der Zehenspitze unbedeckt zu lassen, dieselbe ganz umschließt und die Form einer Hufe annimmt (Fig. 83). Die mehr oder weniger große Vollkommenheit dieses Sinns influirt wiederum auf die Entwicklung der Intelligenz, daher man mit Recht sagen kann, daß, wenn auch nicht immer, so doch in den bei weitem meisten Fällen, die Fähigkeiten der Säugethiere um so höher stehen, je mehr die Gliedmaßen zum Greifen und Befühlen gebaut sind.

§. 399. Die andern Sinnesorgane bieten bei sämmtlichen Thieren dieser Klasse nahezu die nämliche Organisation wie bei den Menschen dar. Bei solchen Thieren, die hinsichtlich der Feinheit ihres Geruchs ausgezeichnet sind (und dies sind vor allen andern die Fleischfresser, z. B. der Hund), entwickeln sich die Nasenhöhlen, die Sinus frontales und die im Innern der Geruchshöhle einen Vorsprung bildenden Nasenmuscheln sehr bedeutend; der Nutzen dieser Einrichtung ist leicht einzusehen, denn sie geben alle der Schleimhaut oder Riechhaut, membrana pituitaria, dem Sitz des Geruchsinnes, eine ausgedehntere Oberfläche.

§. 400. Im Allgemeinen sind die Augen der Nacht-Säugethiere verhältnißmäßig größer als die Augen solcher Säugethiere, die ihrer Nahrung am hellen Tage nachgehen; bei jenen erhält die Pupille, indem sie sich unter dem Einflusse des Lichts verengt, gewöhnlich das Aussehen einer Spalte, anstatt ihre kreisrunde Form beizubehalten. Bei solchen, die durch ihr unterirdisches Leben zu einer völligen Finsternis verdammt sind, werden die Augen außerordentlich klein, und es sind manchmal nur Spuren davon vorhanden;

bei den im Wasser lebenden Säugethieren endlich ist die Krystalllinse weit runder als bei den in der Luft lebenden. Diese Einrichtung ist zur Vermehrung des Lichtbrechungsvermögens des Auges nothwendig, das die Lichtstrahlen mit um so mehr Stärke muß vereinigen können, je dichter das Mittel ist, in dem es sich befindet. Auch bemerkt man bei vielen dieser Thiere im Hintergrund des Auges, auf der Gefäßhaut (tunica choroidea) einen sehr lebhaft gefärbten Flecken — das sogenannte Tapet (Tapetum lucidum), wovon man aber bis jetzt noch nicht den Nutzen kennt. Mehrere haben auch noch ein drittes sehr entwickeltes Augenlid, das senkrecht im innern Winkel der beiden andern Augenlider liegt. Auch die Richtung der Augen erleidet manche Abänderungen: beim Menschen haben sie eine fast gerade Richtung nach vornen; aber in dem Maße, als man in der Säugethierreihe abwärts steigt und sich Säugethieren mit weniger entwickelten Fähigkeiten nähert, steht man die Augen mehr und mehr seitwärts liegen, und oft so sehr, daß bei mehreren der Gesichtskreis für jedes Auge ein besonderer ist, und das Thier nicht gerade vor sich hin sehen kann.

§. 401. Auch der Geburtsapparat zeigt bei den Säugethieren einige Modifikationen, welche mit der Lebensweise der Thiere in Beziehung zu stehen scheinen. Bei den im Wasser und unter der Erde lebenden ist die Ohrmuschel gewöhnlich sehr klein, oder sogar nur im Zustand des Rudiments vorhanden, und je mehr man vom Menschen an abwärts steigt zu den Pflanzenfressern, desto mehr steht man auch diesen Theil des Ohres die Form eines Horrohrs annehmen, immer weiter vom Kopfe abstehen und beweglicher werden. Man bemerkt ferner, daß bei den Nacht-Säugethieren das Trommelfell gewöhnlich einen größeren Raum einnimmt und mehr hervorsteht, als bei den Tag-Säugethieren.

§. 402. **Nervensystem.** Was das Nervensystem betrifft, so läßt sich hier so viel davon sagen, daß es bei den verschiedenen Säugethieren nur durch die mehr oder weniger beträchtliche Entwicklung gewisser Theile desselben abweicht. Bei diesen Thieren allen ist die Masse des Centraltheils des Nervensystems sehr bedeutend, sei es nun im Verhältniß zum Körpervolumen oder in Beziehung auf die Dicke der Nerven; aber nicht alle Organe, aus denen es zusammengesetzt ist, tragen zu dieser Entwicklung gleichmäßig bei: so sind z. B. die beiden Halbkugeln des großen Gehirns sehr massenreich, während die Sehhügel sehr klein oder sogar nur angedeutet sind; wir werden in der Folge finden, daß es sich in dieser Hinsicht mit den Vögeln, den Reptilien und Fischen ganz anders verhält. Bei den meisten Säugethieren ist das kleine Gehirn ebenfalls ziemlich groß; es ist immer aus dem auf seiner Mitte der Länge nach verlaufenden Wulste, dem sogenannten oberen Wurm, ferner aus zwei Halbkugeln von der Form kleiner Blätter, die durch Transversalfurchen von einander getrennt sind, und aus einer Commissur, die das Rückenmark von unten umgibt und die Varolsbrücke oder die ringförmige Erhabenheit (protuberantia annularis) genannt wird, zusammengesetzt. Uebrigens ändert sich die Entwicklung dieser Theile bei den verschiedenen Säugethieren nicht nur hinsichtlich ihres Volumens, sondern auch in Beziehung auf die Furchen und Windungen bedeutend ab. Je mehr man von dem Menschen zu den Affen, von diesen zu den Fleischfressern, von diesen zu den Nagethieren und andern Pflanzenfressern übergeht, desto kleiner und glatter sieht man im Allgemeinen das Gehirn werden. In der Regel entwickelt sich das Angesicht im umgekehrten Verhältniß zum Gehirn und zur Hirnschale, und zwar so, daß man bis zu einem gewissen Grade auf die Bildung des einen durch die Bildung des andern schließen und durch die Vergleichung dieser beiden Theile auf annährende Weise die Ausdehnung der intellectuellen und moralischen Eigenschaften beurtheilen kann (siehe §. 342).

Beachtenswerth ist ferner, daß das Gehirn der Beutelthiere noch eine andere Art von Unvollkommenheit aufweist, die aus dem Mangel oder der bloßen Andeutung des Balkens (corpus callosum) hervorgeht, welcher bei allen übrigen Thieren der Säugethierklasse die beiden Halbkugeln des großen Gehirns unter sich vereinigt.

§. 403. **Von den Funktionen der Ernährung.** Die Funktionen der Ernährung sind bei sämmtlichen Säugethieren beinahe wie bei dem Menschen; auch zeigt der Bau der dazu bestimmten Organe in dieser großen Klasse der Thiere nur wenig Verschiedenheiten. Die wichtigsten Unterschiede zeigt der Verdauungsapparat.

Fast alle Säugethiere sind mit Zähnen zum Zertheilen ihrer Speisen versehen; aber wie wir bereits §. 53 gesehen haben, so ändert sich die Form und die Zahl dieser Organe je nach der Lebensweise des Thieres ab. Zuweilen sind diese Organe durch Hornleisten ersetzt, welche bei den Wallfischen das Fischbein (Fig. 13 u. 14) bildet; ein anderes Mal verlängert sich die Schnauze zu einer Art sehr breiten und seitlich mit Querleisten besetzten hornigen Schnabels, der die größte Aehnlichkeit mit einem Entenschnabel zeigt, und daher den Thieren, bei welchen er sich vorfindet, den Namen Schnabelthier gegeben hat.

§. 404. Die Bildung des Magens ändert sich in der Säugethierklasse bedeutend ab, aus welchen Unterschieden zuweilen physiologische Eigenthümlichkeiten von hoher Wichtigkeit hervorgehen. Im Allgemeinen ist dieses Organ so einfach wie bei dem Menschen (Fig. 23) und dem Affen (Fig. 3); manchmal aber ist es aus zahlreichen besondern Säcken zusammengesetzt; in diesem Fall geschieht es gewöhnlich, daß die Nahrungsmittel, nachdem sie eine Zeitlang in der ersten Magenhöhle (Vormagen) verweilt haben, wieder in den Mund gebracht werden, um daselbst eine vollständigere Zerkauung zu erleiden, bevor sie in die folgenden Theile des Verdauungskanals übergehen: dieses Phänomen bezeichnet man mit dem Namen Wiederkäuen.

Die wiederkäuenden Thiere oder Wiederkäuer (z. B. das Schaf und der Ochse) besitzen vier Mägen: der erstere und zugleich auch der geräumigste vor allen heißt der erste Magen oder der Pansen

Fig. 185. Der Schafsmagen.

(rumen penula, magnus venter) (Fig. 185). Seine innere Fläche ist mit Papillen besetzt und von der Epidermis überzogen (Fig. 186); er nimmt einen großen Theil des Bauches, besonders auf der linken Seite ein; der zweite Magen oder die Haube, Mütze oder das Garn (reticulum, arsineum, ollula) ist klein und befindet sich rechts an der Speiseröhre

und vor dem Pansen, von dem er beim ersten Anblick ein Fortsatz zu sein scheint. Innen bildet die

Fig. 186. Das Innere des Schafmagens.

ihn auskleidende Schleimhaut eine Menge Falten, die so angelegt sind, daß sie polygonische Zellen oder Fächer bilden und den Bienenwaben ähnlich sind; der dritte Magen, der größer als die Haube ist, liegt rechts von dem Pansen und hat den Namen Blättermagen, Buch oder Psalter (echinus, concavus, omasum) erhalten, weil er im Innern mit breiten Längenfalten, die den Blättern eines Buches ähnlich sind, besetzt ist; der vierte Magen endlich, der seinem Volumen nach zwischen dem Pansen und dem Blättermagen liegt, beginnt sich rechts an diesem letzteren Sacke. Seine innere, unregelmäßig gefaltete Oberfläche wird beständig durch eine saure Flüssigkeit, den sogenannten Magensaft, angefeuchtet. Dieser Magen wird Labmagen oder Fettmagen (abomasum, faliscus) genannt. Die drei ersten Mägen stehen in unmittelbarer Verbindung mit der Speiseröhre. Dieser Kanal öffnet sich zuerst gleichmäßig in dem Pansen und der Haube und setzt sich alsdann in der Form einer Rinne oder eines Halbkanals (Fig. 186) fort, der sich längs des obern Theils der Haube hinstreckt und in den Blättermagen einmündet, welcher seinerseits mit dem Labmagen in Verbindung steht.

Die durch ein erstes Kauen grob zertheilten Speisen häufen sich in dem Pansen an und dringen erst, nachdem sie wieder in den Mund zurückgeführt und ein zweites Mal gekaut, oder mit andern Worten, wiederkaut worden sind, in den dritten Magen, und von da in den vierten, — welcher der Sitz der eigentlichen Verdauung ist.

Wenn man die Speisen bald in den Pansen, bald in den Blättermagen dringen sieht, je nachdem die Verschluckung zum ersten Mal stattfindet, oder diese Substanzen schon einmal gekaut worden sind, so ist man beim ersten Anblick darüber erstaunt und selbst versucht, diese Erscheinung einem fast intelligenten Gefühl, womit die Oeffnungen der verschiedenen Mägen begabt wären, zuzuschreiben; die neuerdings von Flourens angestellten Versuche zeigen aber, daß dieses interessante Phänomen eine nothwendige Folge der anatomischen Einrichtung der Theile ist, um geben darüber eine eben so einfache als befriedigende Erklärung.

Wenn das Thier die grobgetheilten Speisen, von denen es sich gewöhnlich nährt, verschluckt, so bewirken diese, bis zu demjenigen Punkte, wo die Speiseröhre sich unter der Form einer Rinne (siehe Fig. 185) fortsetzt, angekommenen Substanzen ein mechanisches Auseinanderireten der Ränder dieses gewöhnlich durch die Zusammenziehung der Wände in eine Röhre umgebildeten Halbkanals, und fallen in die beiden ersten darunter liegenden Mägen; wenn aber das Thier Getränke oder verdünnte und halbflüssige Speisen verschluckt, so ruft das Vorhandensein derselben in diesem Halbkanale keine Erweiterung der Ränder hervor. Dieser letztere Theil der Speiseröhre behält daher die Form einer Röhre bei und führt die Speisen entweder ganz oder zum größten Theil in den Blättermagen, wo er zu Ende läuft. Folglich ist es das Oeffnen oder das Verschließen dieses Speiseröhrentheils, welches den Eintritt der Speisen in die zwei ersten Mägen oder ihren Uebergang in die dritte Verdauungshöhle bewirkt; es ist die Nahrung selbst, welche diesen Zustand hervorruft, je nachdem sie hinreichend volumінös ist oder nicht, um die im natürlichen Zustand eingesenkte Speiseröhre auszudehnen, oder um dagegen in die immer offene Rinne, durch welchen dieser Kanal nach dem Blättermagen geht, zu fließen. Die Speisen sind nun bei ihrer ersten Verschluckung gewöhnlich nur unvollkommen zerkleinert, während sie nach ihrer Wiederkauung in einen weichen und halbflüssigen Teig umgebildet sind; dieser Umstand ist daher hinreichend, um zu bewirken, daß sie in den Pansen fallen oder in den Blättermagen übergehen. Was das regelmäßige Auffließen betrifft, wodurch die im Pansen und der Haube enthaltenen Speisen noch einmal in den Mund zum Wiederkauen geführt werden, so wird es allgemein der Thätigkeit der Haube selbst beigemessen, welche, wie man bereits sagte, einen Theil der Speisemasse aufnimmt, sie so zusammendrückt, daß sich dadurch eine Art ovgerundeten Klumpens oder Ballens bildet, welcher in die Speiseröhre zurückgeflossen wird, deren wurmförmige Contractionen von unten nach oben diese Erscheinung vollenden; allein nach den neueren Versuchen des vorhin erwähnten Physiologen scheint es, daß der Pansen und die Haube durch ihre Contractionen die Speisemasse fortflößen, die sie zwischen den Rändern des Halbkanals enthalten, der, indem er sich ebenfalls zusammenzieht, einen Theil davon absondert und daraus einen zum Aufwärtssteigen in der Speiseröhre geeigneten Klumpen oder Ballen macht.

Der Pansen ist, wie wir bereits gesagt haben, außerordentlich groß, zeigt aber nicht immer die gleichen Dimensionen; auch beweisen die Veränderungen, die man daran beobachtet, wie sehr die Organe der Thiere durch die Umstände können modificirt werden; denn so lange die Wiederkäuer saugen und nur von Milch leben, ist der Pansen weniger groß, als der Labmagen, auch nimmt an Volumen in dem Maße zu, als er in sein Inneres Pflanzen aufnimmt, die eine wenig ernährende Substanz bilden, und von denen deßhalb auch das Thier eine beträchtliche Menge fressen muß.

§. 405. Der Darmkanal zeigt, wie wir bereits gesagt haben, sehr beträchtliche Unterschiede in seiner Länge und Weite, je nachdem die Nahrungsstoffe, die von demselben aufgenommen werden sollen, durch das Thierreich oder durch das Pflanzenreich geliefert werden: so ist z. B. seine Länge bei den Fleischfressern nur das Drei- oder Vierfache der ganzen Körperlänge, während sie bei den Pflanzenfressern gewöhnlich das Zehn- bis Zwölffache, ja zuweilen nahezu das Achtundzwanzigfache der Körperlänge beträgt (z. B. bei dem Schafe). In der Regel läuft er unmittelbar außerhalb des Körpers zu Ende, begibt sich aber doch auch zuweilen in eine Höhle, den sogenannten Cloak, wo sich zugleich die Harngänge ausmünden; dieser Einrichtung begegnet man z. B. bei den Schnabelthieren, und findet sich auch noch in der Klasse der Vögel. Endlich sind die Speicheldrüsen, die Leber, das Pancreas, das Bauchfell und die übrigen Anhängsel des Verdauungskanals fast immer dem gleich, was wir bei dem Menschen gesehen haben.

§. 406. Ebenso verhält es sich auch mit dem Circulations- und Respirationsapparat: überall zeigt das Herz vier besondere Höhlen, nämlich zwei Vorhöfe und zwei Herzkammern (siehe §. 107, Fig. 30, 31); immer schließen auch die Lungen eine Anzahl sehr feiner Zellen ein und lassen die in ihnen enthaltene Luft nicht in die verschiedenen Theile des

Körpers dringen, wie es bei den Vögeln der Fall ist. Auch dies ist beachtenswerth, daß das Blut bei dieser Thierklasse immer sehr reich an organischen Stoffen ist, und daß seine Kügelchen fast immer sphärisch sind (siehe §. 81, Fig. 27).

§. 407. Unter allen Thieren nähern sich die Säugethiere in Beziehung auf die Intelligenz am meisten dem Menschen. Doch zeigen sie in dieser Beziehung unter sich die größten Verschiedenheiten; dies nachzuweisen, haben wir bereits in §. 388 Gelegenheit gehabt, und würde uns hier der Raum nicht gebrechen, so wäre es uns ein Leichtes, hier noch eine Anzahl hieher gehöriger Beispiele beizufügen. Auch liefert uns die Betrachtung der Lebensweise der Säugethiere interessante Beispiele von den verschiedenen Arten der Naturtriebe, womit diese Wesen von der Natur beschenkt worden sind, um den Mangel höherer Fähigkeiten damit zu ersetzen; mit der Betrachtung dieser Naturtriebe haben wir uns aber bereits beschäftigt, daher können wir uns hier davon dispensiren.

Die Säugethierklasse hat hinsichtlich der Dienste, die sie dem Menschen leistet, unter allen Abtheilungen des Thierreichs das meiste Interesse für uns; denn zu dieser Klasse gehören fast alle unsere Hausthiere: z. B. der Hund, das Pferd, das Schaf und der Ochse, und Jedermann ist es bekannt, wie nützlich uns ihre Zähmung geworden ist. Unsere Herrschaft über diese Wesen ist so vollständig geworden, daß die ursprünglich im wilden Zustand lebende Art fast auf immer von der Erdoberfläche verschwunden ist; auch sind wir durch die Zähmung zu einem Einfluß über diese Thiere gelangt, der sich sogar bis auf die Leibesformen und die moralischen Eigenschaften der Individuen, welche von den auf diese Weise unterjochten Racen abstammen, erstreckt. So sind z. B. die Unterschiede, welche die verschiedenen Varietäten unserer Hausthiere bezeichnen, unermeßlich groß, und doch veranlaßt uns Alles zu der Annahme, daß sie durch unsern Einfluß hervorgebracht worden, und daß diese Varietäten von einem gemeinschaftlichen Stamm herkommen, welcher weder der Wolf, noch der Schakal, sondern ein von unserm Wolfs- oder Schäferhund nur wenig verschiedener Hund sein würde.

Aber durch welche Macht vermögen wir die Thiere zu unterwerfen? und wie können wir durch die Zähmung deren Formen und Eigenschaften modificiren?

Der Instinkt treibt diese Wesen an, Alles das zu fliehen, was ihnen Mißtrauen einflößt: also nicht durch die Gewalt könnten wir ein wildes Thier zum Gehorsam geneigt machen. Von Natur aus würde es sich nicht angetrieben finden, sich uns, die wir nicht von seiner Art sind, zu nähern, und es würde uns bei der ersten Empfindung von Furcht, die wir in ihm erregen könnten, uns fliehen, wenn es frei wäre, oder würde eine Abneigung gegen uns äußern, wenn es sich in unserer Gefangenschaft befände. Nur dadurch, daß wir ihm Vertrauen einflößen, können wir es uns geneigt und gegen uns zutraulich machen; allein dieses Vertrauen erwecken wir in dem Thiere durch kein anderes Mittel als durch Wohlthaten.

Die natürlichen Bedürfnisse der Thiere zu befriedigen, ist eins der ersten Mittel, das wir zu ihrer Zähmung anzuwenden haben. Die Gewohnheit, ihre Nahrung aus unserer Hand zu empfangen, fesselt sie an uns, indem wir sie mit uns dadurch vertraut machen; und da die Größe einer Wohlthat immer im Verhältniß zu den gefühlten Bedürfnissen steht, so ist ihre Dankbarkeit um so lebhafter und tiefer, je nothwendiger ihnen die von uns dargebotene Nahrung ist: der Hunger ist auch in der That ein mächtiger Hebel in unsern Händen, um damit sämmtliche Thiere unserem Willen unterthan zu machen; denn in derselben Zeit, wo er Gefühle von Zuneigung entstehen läßt, erzeugt er physische Schwächung, welche ihrerseits wieder den Willen schwächt, indem sie auf ihn zurückwirkt. Wenn man zu dem Einfluß des Hungers noch den einer gutgewählten Nahrung hinzufügt, und besonders, wenn man durch Nahrungsmittel, die die Natur ihnen nicht liefert, dem Geschmack der Thiere schmeicheln kann, so erregt man in ihnen eine noch weit größere Dankbarkeit, und entwickelt auf eine künstliche Weise neue Bedürfnisse, die der Mensch allein zu befriedigen vermag; mit diesen Mitteln kann man auch die Liebkosungen verbinden, deren Einfluß auf gewisse Thiere außerordentlich groß ist. *

In einmal theils durch Gewohnheit, theils durch eine gute Behandlung die Vertraulichkeit hergestellt und das Zutrauen erworben, so kann der Mensch seine Autorität fühlen lassen und Züchtigungen anwenden, um solche Gefühle, die er nicht zur Aeußerung kommen lassen will, in ein Gefühl von Furcht umzuwandeln. Durch die daraus hervorgehende Ideenassociation schwächt sich allmählig das erste dieser Gefühle, und zerstört sich endlich selbst bis auf die Wurzel; allein immer muß die Anwendung von Gewalt ihre Gränzen haben; denn häufig empören die immerwährenden Züchtigungen oder schwächt die zu weit getriebene Furcht alle Fähigkeiten. Auch ist das erzwungene Wachen ein wirksames Mittel, den Willen eines Thieres zu schwächen und es zum Gehorsam geneigt zu machen, denn es weiß weder die Müdigkeit, noch die Unbehaglichkeit auf die wahre Ursache zu beziehen; in diesem Zustande erfahren die durch Wohlthaten hervorgerufenen Gefühle von Zuneigung weit weniger Widerstand und fassen tiefere Wurzeln, während auf der andern Seite die Furcht weit stärker und schneller wirkt.

Wir vermögen also durch die Bedürfnisse, worauf wir irgend einen Einfluß ausüben können, und durch die Unterdrückung gewisser Gefühle vermittelst der Entwicklung einiger anderer, die Thiere zu zähmen und heimisch zu machen; jedoch sind nicht alle Thiere gleich empfänglich für die Wohlthaten und lassen sich folglich weder mit der gleichen Leichtigkeit, noch mit der gleichen Schnelligkeit unterwerfen; denn häufig sind die Leidenschaften allzu heftig, als daß das Thier sie jemals meistern könnte und gelehrig würde. Oft ist auch ihr natürliches Mißtrauen so groß und die Beweglichkeit ihrer Gefühle und Vorstellungen so außergewöhnlich, daß man sie unmöglich zu einer bestimmten Verhaltungsweise anleiten könnte, auch scheint zuweilen die Intelligenz dieser Wesen allzu begränzt zu sein, als daß die Erinnerung des Wohlbehagens auch dann noch fortbestände, nachdem die Ursache desselben aufgehört hat, und als daß sich in ihrem Gedächtniß die Wohlthat und der Wohlthäter associirten.

Durch diese Mittel gelangen wir zu einer mehr oder weniger vollständigen Zähmung einer ziemlich großen Anzahl Thiere, aber zwischen diesem Zustande individueller Unterwürfigkeit und einer vollständigen und erblichen Gelehrigkeit, welche die Zähmung erfordert, ist noch ein großer Unterschied. Damit ein solches Resultat erzielt werde, müssen die Thiere auf irgend eine Weise durch den Geselligkeitstrieb zur Zähmung prädisponirt werden.

Das Gefühl, welches sie antreibt, isolirt zu leben, und sich sogar gegenseitig zu fliehen, oder welches sie zu Gesellschaften vereinigt und sie geneigt macht, sich durch einen Führer — d. h. durch das stärkste und erfahrungsreichste Individuum der Heerde leiten zu lassen, übt in der That den größten Einfluß auf ihre Tauglichkeit zum Zahmwerden aus.

Noch ist kein einsam lebendes Säugethier, wie leicht es auch zu bezähmen sei, ein völliges Hausthier

* Hauptsächlich durch Zucker und andere Leckereien gelangt man dazu, die Pferde, Hirsche u. s. w. zu außergewöhnlichen Uebungen abzurichten, wovon unsere olympischen Zirkel zuweilen Belege abgeben.

geworden; * während beinahe alle Thiere, deren Race der Herrschaft des Menschen unterworfen ist, in ihrem natürlichen Zustand in mehr oder weniger zahlreichen Heerden beisammen leben. Die Geselligkeit ist eine Bedingung zur Zähmung, und indem wir diesen Hang, welcher die Thiere antreibt, sich unter einander zu vereinigen, zu unserm Vortheil entwickeln, und ihn durch unsere Bolthaten eine Richtung nach unserer Seite hin geben, ist es uns gelungen ihre Existenz an die unserige zu knüpfen, auch über sie eine Autorität zu gewinnen, die der Führer der Truppe auf dieselbe in ihrem wilden Zustand ausübt.

Die Neigung zur Zähmung kann, wie es ein geschickter Zoologe, Friedrich Cuvier, sehr gut nachgewiesen hat, als die äußerste Entwicklung des Geselligkeitstriebes, und die Zahmheit selbst als ein Zustand betrachtet werden, in welchen die geselligen Thiere den Menschen als Mitglied und Führer ihrer Heerde anerkennen.

§. 408. Wir begreifen jetzt, wie der Mensch ganze Thierraceen seiner Herrschaft unterwerfen konnte. Wir wollen nun auch sehen, welchen Einfluß er auf die Formen und Eigenschaften, die sie bei ihrer Geburt mit auf die Welt bringen, haben, und auf welche Weise er, so zu sagen, nach Belieben neue Varietäten schaffen kann.

Ein allgemein anerkanntes physiologisches Gesetz ist jene Tendenz der Thiere, nicht nur ihren Eltern auf eine allgemeine Weise, sondern auch insbesondere den eigenthümlichen an gleichen, welche diese letzteren von einander unterscheiden können. So äußern sich z. B. bei dem menschlichen Geschlechte die erblichen Einflüsse in einer Menge von Umständen: Form, Fähigkeiten, Charaktere, selbst Mängel erben sich von Generation zu Generation fort, und was diejenigen Thiere anbelangt, bei denen weniger fremdartige Umstände auf die Individuen einwirken und Abweichungen in dieser Wiederholung der nämlichen Formen und der nämlichen Eigenschaften veranlassen, so spricht sich die Tendenz der Jungen, den Urhebern ihres Lebens zu gleichen, noch deutlicher aus. Nun besitzen nicht alle Individuen einer und derselben Gattung die physischen, moralischen und intellectuellen Eigenschaften im gleichen Grade, und wir können entweder durch die Uebung oder durch den Einfluß physischer Bedingungen diese oder jene Eigenschaft entwickeln, und daher diese Unterschiede vermehren. Daraus folgt nun, daß der Mensch innerhalb gewisser Gränzen die Racen nach Belieben modificiren kann; denn in seiner Hand liegt es, durch Erbschaft fortpflanzbare individuelle Unterschiede zu wählen oder selbst zu erzeugen, und die Aufeinanderfolge der Generationen zu leiten, so daß er davon Alles das entfernt, was die Race von dem Typus, den er erzeugen will, zu entfernen suchen könnte, und er auch auf die erblichen Eigenschaften der Jungen einwirken kann, wie er es bei den Eltern gethan hat. Eine Folge davon ist die, daß jede Generation einen Schritt mehr zu dem vorgesetzten Ziele macht; denn er wirft auf Individuen ein, die bereits in Folge der ihren Eltern eingepflanzten Abänderungen modificirt sind. **

* Beim ersten Anblick scheint die Katze von dieser Regel eine Ausnahme zu machen; allein diese ist kein der Herrschaft des Menschen in der Wirklichkeit unterworfenes Thier; sie lebt in unsern Wohnungen, weil sie daselbst eher als sonstwo ihre Bedürfnisse befriedigen kann; sie gehorcht uns aber nicht, und ist auch nicht wohl für eine Erziehung empfänglich.

** Die Art der Spürhunde, die durch die Spanier nach Amerika gebracht worden sind, und ehedem zur Jagd auf den Hirsch und Menschen angewandt wurden, verloren von dem Einflusse der individuellen Erziehung auf die erblichen Eigenschaften einen sehr merkwürdigen Beweis. In verschiedenen Theilen Amerika's, z. B. auf den Plateau von Santa-Fe, haben diese Hunde ihre Eigenschaften und Instinkte, die sie ehemals so berühmt machten, beibehalten; bei den armen Bewohnern an den Ufern des Magdalenenstroms aber sind sie theilweise durch Mischung, theilweise durch den Mangel der erforderlichen Nahrung ausgeartet; und es scheint bei dieser entarteten Race ein neuer Instinkt erblich geworden zu sein. Die Jagd, wozu man

Indem man darauf besteht, von Generation zu Generation diese oder jene physische Eigenschaft oder Eigenthümlichkeit zu entwickeln, so können wir also dieselbe weit höher steigern, als es uns im Principe möglich gewesen sein würde, und können uns dadurch künstliche Racen schaffen, deren Charaktere sich nur dann vermischen werden, wenn Umstände, die denjenigen entgegengesetzt sind, welche diese Particularitäten hervorbrachten, die Wirkung davon aufheben.

Dies thun wir auch wirklich, wenn ein großes Interesse unsere Anstrengungen ausdauernd macht, und auf diese Weise hat man auch beutzutage Racen von Schafen, Ochsen und Pferden erzeugt, die durch die ausgezeichnetsten Eigenschaften bezeichnet sind. So hatte man z. B. bemerkt, daß die Schafe, die gewisse Eigenthümlichkeiten in ihrem Baue zeigen, weit leichter fett werden als die andern, und indem Bakewell, einer derjenigen Männer, die der englischen Agrikultur die nützlichsten Dienste leisteten, dafür sorgte, daß sich solche Schafe, bei welchen sich diese äußeren Charaktere im hohen Grade zeigten, mit einander mischten, so gelang es ihm, eine der in dieser Beziehung schätzbarsten Racen zu erzeugen.

Auch ist es unsern Landwirthen wohl bekannt, wie sehr die Feinheit der Wolle durch eine ähnliche Pflege zunimmt, und wie sehr in dieser Beziehung unsere inländischen Schafheerden durch ihre Mischung mit den spanischen Merinosschafen veredelt worden sind.

Endlich geben auch die verschiedenen Pferderacen, welche uns gleichfalls in einem so hohen Grade interessiren, einen Beweis von dem Einflusse des Menschen auf die unter seiner Herrschaft lebenden Thiere. Die Pferde, die man in unsern landwirthschaftlichen Instituten aufzieht, verdanken theilweise ihren Wuchs, ihre Form und Eigenschaften der Race, von der sie abstammen; aber die Umstände, in denen sie sich während ihrer Jugend befinden, üben auf sie mit der Zeit einen nicht weniger großen Einfluß aus. Man bemerkt, daß das Fohlen in der Regel hinsichtlich des Wuchses und der Größe mehr von seiner Mutter als seinem Vater hat; während es in Beziehung auf die Form des Kopfes, ferner in Beziehung auf die Füße, den Muth, die Leichtigkeit u. s. w., mehr seinem Vater gleicht. Uebrigens pflanzen sich die Fehler und Mängel, sowie die guten Eigenschaften, von Generation zu Generation fort; um nun eine Race in ihrer Reinheit zu erhalten oder sie zu veredeln, muß man davon alle Individuen, welche die gewünschten Eigenschaften nicht besitzen, sorgfältig entfernen. Um einen Fehler verschwinden zu machen, mischt man mehrere Generationen hindurch Individuen von dieser mangelhaften oder fehlerhaften Race mit andern Individuen, die das Entgegengesetzte zeigen; wenn man nun auf diese Weise mit Beharrlichkeit die Pferde, die diese oder jene Vollkommenheit besitzen, zusammenbringt, so schafft man eine Race, wo diese Vollkommenheit erblich und allgemein wird. Größtentheils verdanken die arabischen Pferde ihre so wohl verdiente Berühmtheit derartigen Sorgen. Die Araber knüpfen einen solch hohen Werth an die Reinheit der Race ihrer edlen Pferde, die Kochlani (oder auch Kochleili, Kohejeli, Kailan) heißen, daß ihre Abstammung stets durch authentische Akten nachgewiesen wird: sie geben sogar das Alter der von mehreren dieser schönen Pferde bekannten Geschlechtsregister beinahe zu 2000 Jahre an, und es gibt darunter solche Pferde, deren Stammlinie durch schriftliche Belege

diese Thiere schon seit langer Zeit fast ausschließlich verwendet, ist die auf das Pekari, Dicotyles torquatus (eine Art Bisamschwein). Die Geschicklichkeit des Hundes besteht darin, seine Spur zu verfolgen, sich aus dem zunächst Thier zu werfen, sondern die ganze Heerde im Schach zu halten; nun gibt es unter diesen Thieren fast auch solche, die schon das erste Mal, wo man sie zum Gefechte führt, wissen, wie sie anzugreifen haben, während ein Hund von einer andern Art geradezu auf die Heerde losstürzt, von derselben aber eingeschlossen und, wie groß auch seine Kraft sein mag, in einem Augenblick aufgefressen wird.

eine Reihe von vier Jahrhunderten hindurch nachgewiesen werden kann. Auf der andern Seite ist der Einfluß der Racekreuzungen gleichfalls sehr gut durch englische Rennpferde constatirt; denn man verdankt die Erzeugung dieser durch die Zeitheit ihrer Formen und ihre erstaunliche Schnelligkeit so berühmten Race der Mischung einheimischer Stuten mit orientalischen Hengsten. Auch üben der mehr oder weniger große Reichthum und die Beschaffenheit der Nahrung, die Trockenheit oder Feuchtigkeit des Landes, eine immerwährende Sorgfalt und selbst eine Menge scheinbar unbedeutender Umstände einen großen Einfluß auf die Größe, den Wuchs, die Formen und die Eigenschaften der Pferde aus. Es wäre uns nicht schwer, nachzuweisen, mit welcher Leichtigkeit die schönsten englischen Pferde an gewissen Oertern, wie z. B. in dem Gestüte zu Kopschau, ausarten; ohne indessen so weit zu gehen, werden wir noch auffallendere Beispiele von der modificirenden Macht der äußern Umstände finden. Wenn nämlich von zwei Fohlen einer und derselben Race, z. B. von einer lothringischen, das eine nach Flandern, und das andere nach den Weideplätzen der Normandie gebracht wird, so werden sie, anstatt die nämlichen Charaktere zu behalten, in einem Alter von fünf Jahren unter sich fast ebenso verschieden sein, als wenn sie von zwei verschiedenen Racen abstammen würden: das eine wird ein leichtes, elegantes Kutschenpferd werden, während das andere ein colossales Pferd sein wird, das fast unfähig ist, im Trab zu laufen, aber so gebaut ist, daß es im langsamen Schritte die schwersten Lasten fortziehen kann. Da, wo sich die Nahrung in reichlicher Maasse findet, und wo sie durch die Fürsorge des Menschen zu keiner Jahreszeit fehlt, sind die Pferde außerordentlich groß und wohlbeleibt, während in Gegenden, wo sie sogar zu einer gewissen Jahreszeit beinahe ganz mangelt, die Pferde klein bleiben oder nur eine mittelmäßige Größe erreichen. Etwas Aehnliches haben die Physiologen nachgewiesen, indem sie die Gesetze des Wachsthums des Menschen erforschten; um uns von der Wahrheit dieser Beobachtung hinsichtlich der Pferde zu überzeugen, brauchen wir nur diejenigen mit einander zu vergleichen, die in einem und demselben Lande entweder armen Bauern oder reichen Gutsbesitzern gehören. Die Weide auf fetten und saftigen Triften, die am meisten das Fettwerden der Thiere befördern, suchen den Pferden plumpe und unedle Formen zu geben, ihre Haut dick und rauhhaarig zu machen und die Lebhaftigkeit ihres Charakters zu vermindern. Die durch die trockenen Wiesen gelieferte Nahrung bringt nichts Aehnliches hervor, und gibt man ihr überdies noch durch eine beträchtliche Zuthat von Getreidekörnern mehr Substanz, so wird sie unendlich geeigneter, die Eleganz der Formen und charakteristische Muskelkraft einer edlen Race nicht nur zu erhalten, sondern sogar auch zu erzeugen. Wenn eine etwas niedere Temperatur ihren Einfluß noch zu dem der Feuchtigkeit und einer reichlichen und saftreichen Nahrung hinzufügt, so werden die Pferde am größten, zugleich aber auch am wenigsten energisch und am meisten lymphatisch. In sehr heißen oder in sehr kalten Ländern hört hingegen das Wachsen bälder auf, und die großen Racen verlieren da bald ihre hohe Statur. Endlich hat auch die tägliche Pflege, die man gewissen Pferden angedeihen läßt, und die dagegen andern vollständig abgeht, einen Einfluß auf die Schönheit dieser Thiere: so sind z. B. das häufige Bürsten, der Gebrauch der Decken, die sorgfältige Reinigung der Füße, das Trockenhalten und selbst das Umwickeln derselben mit Flanellbändern lauter Umstände, die unverkennbar sehr viel dazu beitragen, daß die englischen Pferde jene Reinlichkeit zeigen können, die man an dem untern Theile ihrer Füße bemerkt, und daß sowohl ihre Haut, als auch die Haare so außerordentlich fein sind.

Indem man auf diese Weise die Umstände, in welchen sich ein Thier befindet, modificirt, pflanzt man seiner Organisation gewisse Modifikationen ein, und indem der Mensch zur Fortpflanzung der Race nur solche modificirte Individuen anwendet, vermag er dieser ganzen Race einen besondern Charakter und Eigenschaften zu geben, die sie in dem Urzustande nicht hatten. Wahrscheinlich hat man auf diese Weise die verschiedenartigen Hundsracen erhalten, deren Formen so mannigfaltig sind, daß man beim ersten Anblick kaum glauben kann, daß sie einer und derselben Art angehören. Uebrigens hat diese modificirende Macht immer ziemlich enge Gränzen und verwischt niemals den deutlich ausgesprochenen Stempel der zoologischen Species.

§. 409. **Classification der Säugethiere.** Es bestehen, wie wir gesehen haben, große Unterschiede unter den Säugethieren; die angegebenen Modifikationen im Baue dienen nun auch als Grundlagen für die Eintheilung dieser Klasse in untergeordnete Gruppen, die man Ordnungen heißt. Die meisten dieser Gruppen sind so deutlich von allem dem, was sie umgibt, geschieden, daß man gegen ihre Gränzen keine Zweifel erheben kann, und daß alle Zoologen darnut einverstanden sind, sie als ebenso viele natürliche Abtheilungen gelten zu lassen; bei andern aber modificirt sich der Hauptstypus dergestalt, daß ein fast unmerklicher Uebergang von den einen zu den andern stattfindet und die Demarkationslinie sehr schwierig zu ziehen ist. Dieses oder jenes Säugethier hat z. B. gewiß viele Analogie mit dem Typus, der die Ordnung der Vierhänder repräsentirt, als mit dem der Zahnlosen, Edentata, und man kann ihnen fast mit gleichem Recht einen Platz in der einen oder in der andern dieser Abtheilungen anweisen. Auch haben die Unterschiede, denen man in diesen unter sich mehr oder weniger unähnlichen Thierreihen begegnet, einigen Naturforschern wichtiger geschienen als andern, und sie veranlaßt, diese Wesen in eine größere Anzahl von Ordnungen zu theilen: die Naturforscher nehmen auch in der That nicht alle die gleichen Grundlagen für die Classification der Säugethiere an, noch sind sie alle mit einander über die natürlichste Eintheilungsweise einig.

Die hier von uns benutzte und unter der Form einer synoptischen Tabelle dargestellte Methode ist beinahe ganz die von Cuvier. Sie beruht hauptsächlich auf den Unterschieden, welche die Säugethiere in ihrer Entwicklungsweise und der Form ihrer Gliedmaßen und Freiwerkzeuge darbieten: es sind diese Theile, deren Modifikationen stets eine Menge anderer Unterschiede im Baue verschiedener Körpertheile, in der Lebensweise und selbst in der Intelligenz mit sich führen. (Siehe die beigefügte Tabelle.)

§. 410. Wenn man auf die Gesammtheit dieser Charaktere Rücksicht nimmt, so wird man zuerst zu einer Eintheilung der Säugethiere in zwei, mit dem Namen monodelphische Säugethiere und didelphische Säugethiere bezeichneten Gruppen geführt.

Die monodelphischen Säugethiere sind die zahlreichsten und unterscheiden sich hauptsächlich durch ihre Entwicklungsweise; sie kommen erst dann zur Welt, wenn sie schon mit allen ihren Organen versehen sind, und ziehen vor der Geburt ihre Nahrung aus einem Blutadernetz, dem sogenannten Mutterkuchen (placenta). Ferner ist zu bemerken, daß ihr Gehirn vollkommener als bei den Didelphen ist, da die beiden Halbkugeln unter sich durch eine breite Commissur, die den Namen Balken oder große Hirncommissur (corpus callosum s. commissura cerebri magna) trägt, verbunden sind (§. 186); die Wandungen des Unterleibs werden niemals durch Knochennähte, die an dem Rande des Beckens befestigt sind, unterstützt, wie wir es in der zweiten großen Abtheilung dieser Klasse sehen. Die auf diese Weise

organisirten Säugethiere zeigen hinsichtlich der allgemeinen Form ihres Leibes bedeutende Unterschiede, daher sie auch in zwei untergeordnete Gruppen: 1) als gewöhnliche Säugethiere und 2) als fischförmige Säugethiere oder Walthiere, gebracht werden.

§. 411. Die gewöhnlichen Säugethiere sind mehr oder weniger für ein Leben im Trockenen gebaut; sie sind alle mit vier Gliedmaßen versehen, ihre Haut ist mit Haaren besetzt und ihr Leib läuft niemals in Form einer Fischflosse aus. Diese Thiere theilen sich wiederum in zehn Ordnungen: die Zweihänder, die Vierhänder, die Fleischfresser oder Carnivoren, die amphibienartigen oder beidlebigen Säugethiere, die Fledermäuse oder Chiropteren, die Insektenfresser oder Insektivoren, die Nagethiere oder Nager, die Zahnlosen, die Dickhäuter und die Wiederkäuer. Die acht ersten Gruppen haben biegsame Zehen, deren Spitze nur auf der Rückseite mit einem Hornplättchen versehen ist und unten die zum Betasten erforderliche Weichheit und Empfindlichkeit beibehält; man bezeichnet sie aus diesem Grunde mit dem Namen Säugethiere mit Nägeln, während die Dickhäuter und Wiederkäuer, deren Zehenspitze ganz von einem Hufen umgeben ist, Säugethiere mit Hufen genannt werden.

§. 412. Die Ordnung der Zweihänder (Bimana) ist hauptsächlich durch die wesentlich verschiedene Anwendung der Brustgliedmaßen und der Bauchgliedmaßen bezeichnet. Die letzteren sind wie gewöhnlich zum Unterstützen und Fortragen des Körpers bestimmt, während die ersteren nicht mehr zur Ortsbewegung dienen, sondern zu Greif- und Tastorganen bestimmt sind; auch sind die an ihrem Ende stehenden Finger nicht nur lang, biegsam und an der Spitze mit einem platten Nagel versehen, sondern es ist auch noch einer der Finger, nämlich der Daumen, so eingerichtet, daß er sich den andern entgegensetzen und mit ihnen eine Art Zange bilden kann; diese Einrichtung findet sich nicht an den untern Gliedmaßen. Daß bloß an den Brustgliedmaßen Hände vorhanden sind, würde hinreichend sein, um die Zweihänder von allen andern gewöhnlichen Säugethieren unterscheiden zu lassen; indessen steht dieses charakteristische Merkmal mit mehreren andern Eigenthümlichkeiten im Baue, deren physiologische Wichtigkeit gleichfalls sehr groß ist, in naher Verbindung. So ist z. B. der Leib auf eine solche Weise organisirt, daß er sich in einer senkrechten Stellung bewegen kann, der Kauapparat aus drei Arten von Zähnen zusammengesetzt (§. 52) und zeigt durch seine Gestaltung an, daß diese Thiere Früchtefresser sind; endlich ist das Gehirn mehr entwickelt, und ist vollkommener, als bei irgend einem andern Thiere.

Dieser Organisationsweise begegnet man nur bei einem einzigen Säugethiere, nämlich bei dem Menschen. Die Ordnung der Zweihänder besteht daher nur aus einer einzigen Art, welche sich übrigens von den andern Thieren noch mehr durch ihre intellectuellen Kräfte, als durch die vorhin erwähnten anatomischen Charaktere unterscheidet.

So sehr sich auch die Menschen hinsichtlich der wesentlichen Charaktere ihrer Organisation gleichen, so zeigen sich doch ziemlich große Variationen in ihrer Hautfarbe, in ihren Gesichtszügen und in den Verhältnissen verschiedener Körpertheile; um nun diese Verschiedenheiten auszudrücken, theilen die Naturforscher die Menschenspecies in mehrere Varietäten oder Racen, wovon die merkwürdigsten die kaukasische oder weiße Varietät, die mongolische oder gelbe Varietät, und die äthiopische oder Neger-Varietät sind.

Die kaukasische Varietät unterscheidet sich durch die Schönheit der Oealform des Kopfes, durch die Entwicklung der Stirne, die horizontale Richtung der Augen, den geringen Vorsprung der Backenknochen und durch die Hautfarbe; sie ist auch durch ihre Vervollkommnungsfähigkeit merkwürdig, denn aus ihr sind die gebildetsten Völker der Erde hervorgegangen. Sie begreift die Bewohner Europa's, des westlichen Asiens und des nördlichsten Theiles von Afrika in sich.

Bei der mongolischen Varietät ist das Angesicht platt, die Stirne nieder und schief, die Backenknochen hervorstehend, die Augen enggeschlitzt und schief stehend, und die Haut olivenfarbig. Die Chinesen, die Japanesen, die Bewohner der Philippinen, der Marianen und Carolinen gehören dieser Race an.

Die äthiopische Varietät erkennt man an der schwarzen Hautfarbe, dem weitvorstehenden Mund, der schiefen Richtung der Gesichtslinie, den krausen Haaren u. s. w. Sie bewohnt den größten Theil von Mittel- und Südafrika.

Die Eingeborenen von Amerika scheinen keiner der eben erwähnten Varietäten anzugehören und müssen wahrscheinlich einer vierten Abtheilung der Menschenspecies angehören.

§. 413. Die Ordnung der Vierhänder (Quadrumana) besteht aus gewöhnlichen Säugethieren, die sowohl an den Brustgliedmaßen, als an den Bauchgliedmaßen einen freien Daumen haben, und alle diese Gliedmaßen sind eben so wohl Ortbewegungsorgane, als Tastorgane. Wie die Zweihänder, so sind auch die Vierhänder Früchtefresser; ihr Zahnapparat ist ebenfalls aus Schneide-, Eck- und Backenzähnen zusammengesetzt. In diese Gruppe reiht man die eigentlichen Affen (Fig. 91 u. 113), die Lisstiti's (Fig. 4) und die Maki's (Fig. 187) ein.

Fig. 187. Ein Maki mit seinem Jungen.

§. 414. Die Ordnung der Fleischfresser (Carnivora) besteht gleichfalls aus gewöhnlichen Säugethieren mit Nägeln; diese Thiere sind mit einem vollständigen Zahnapparat versehen, aber der Daumen kann bei ihnen nicht den übrigen Zehen entgegengesetzt werden, daher ist auch keine Hand vorhanden; die vier Gliedmaßen sind zum Gehen eingerichtet. Der Verdauungsapparat ist für ihre Ernährungsweise

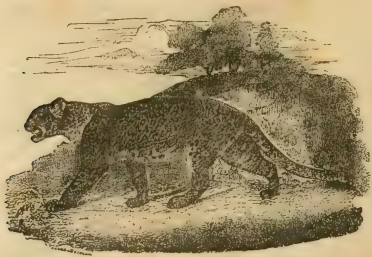


Fig. 188. Der Panther (Felis Pardus).

Fig. 189. Die gefleckte Hyäne (Hyaena crocuta).

vollkommen geeignet: so erheben sich z. B. die Backenzähne, anstatt wie bei den vorhergehenden Ordnungen breit und höckerig zu sein, in Form eines Kammes, und da sie sich wie die Arme einer Scheere gegen einander bewegen, so sind sie bewunderungswürdig gut zum Zerschneiden des Fleisches eingerichtet (Fig. 17).

Als Beispiele von dieser Gruppe wollen wir die Gattung der Katzen, die den Löwen (Felis Leo *L.*), den Tiger (Felis Tigris *L.*), den Leopard (Felis Leopardus *L.*) (Fig. 188) u. s. w. in sich begreift; ferner die Gattung der Hunde, wozu der Wolf (Canis Lupus *L.*) und der Fuchs (Canis vulpes *L.*) gehören, und endlich die Hyänen-, Bären-, Dachs-, Iltis-, Marder-, Fischotter- und Genettkatzengattung anführen.

§. 415. Die Ordnung der amphibienartigen Säugethiere (Flossenfüßer) ist aus Säugethieren zusammengestellt, deren Organisation eine große Aehnlichkeit mit der Organisation der Fleischfresser hat, deren Gliedmaßen aber sich nicht zum Gehen eignen, sondern Ruder zum Schwimmen bilden; auch bringen diese Thiere den größten Theil ihres Lebens im Wasser zu. Zu dieser Abtheilung gehören die Robben (Phocae) und das Walroß (Trichechus *L.*).

Fig. 190. Eine Robbe (Phoca).

§. 416. Die Ordnung der Fledermäuse (Chiroptera) ist mit der Ordnung der Vierhänder nahe verwandt, ist aber durch eine eigenthümliche Abänderung der vordern Gliedmaßen bezeichnet, da diese Organe vermittelst einer auf beiden Seiten des Körpers sich befindlichen großen Hautfalte, welche zwischen den Fingern ausgespannt ist, in Flügel umgewandelt

Fig. 191. Die großöhrige Fledermaus (Plecotus auritus)

sind. Bei diesen Thieren ist das Gehirn weit weniger entwickelt, als bei den vorhergehenden Gruppen; das Zahnsystem ist eben sowohl aus Schneide- und Eckzähnen, als aus Backenzähnen zusammengesetzt. Die einen sind Früchtefresser, die andern Insektenfresser; im ersten Falle sind die Backenzähne denen der Vierhänder ähnlich, während sie bei den Insectivoren auf dieselbe Weise wie bei der nachfolgenden Ordnung

Fig. 192. Die großöhrige Fledermaus auf dem Boden gehend.

gestaltet sind. Die Hauptrepräsentanten dieser Gruppe sind die Fledermäuse.

§. 417. Die Ordnung der Insektenfresser (Insectivora) besteht ebenfalls noch aus gewöhnlichen Säugethieren mit Nägeln, deren vier zum Gehen eingerichtete Gliedmaßen nicht handförmig endigen, und deren Mund mit dreierlei Zähnen bewaffnet ist; allein hier sind die Backenzähne, anstatt schneidend, wie bei den Fleischfressern, zu sein, mit kleinen kegelförmigen Erhabenheiten besäet (Fig. 18), was sie zum Greifen und Zermalmen der diesen Thieren zur Nahrung bestimmten Insekten geeignet macht. Das Gehirn hat eine große Aehnlichkeit mit dem der Fledermäuse, und zeigt keine Windungen, wie bei den Zweihändern, den Vierhändern, den Fleischfressern und den amphibienartigen Säugethieren. Die meisten Insektenfresser leben gewöhnlich unterirdisch und halten einen Winterschlaf. Als Beispiele wollen wir hier den Maulwurf (Fig. 182), die Spitzmaus (Sorex) (Fig. 193), den Igel (Erinaceus *L.*) und den Desman (Mygale moschata) (Fig. 178) anführen.

Fig. 193. Die Spitzmaus (Sorex)

§. 418. Die Ordnung der Nagethiere (Rosores) faßt die gewöhnlichen Säugethiere mit Nägeln in sich, deren Mund mit sehr starken Schneidezähnen und mit Backenzähnen bewaffnet, dagegen der Eckzähne beraubt ist. Der Bau dieser Zähne macht sie zum Zernagen sehr harter Pflanzenstoffe, z. B. der Rinden und Wurzeln, geeignet, welche die Haupt-

Fig. 194. Das Kopfskelet eines Nagethiers.

nahrung dieser Thiere bilden. Das Gehirn der Nager ist dem der Insektenfresser sehr ähnlich, auch ist ihre Intelligenz sehr beschränkt; doch sind mehrere mit sehr merkwürdigen Naturtrieben begabt. Das Eichhörnchen (Sciurus) (Fig. 98), das Murmelthier (Arctomys), die Ratte (Mus Rattus), der Hamster (Cricetus) (Fig. 99), die Feldmaus (Hypudaeus) (Fig. 195), der Hase (Lepus), der Biber (Castor) (Fig. 108), das gemeine Stachelschwein (Hystrix cristata *L.*) (Fig. 170), und mehrere andere, nach dem nämlichen

Fig. 195. Die kleine Feldmaus (Hypudaeus arvalis).

allgemeinen Plane gebauten Thiere finden in dieser Abtheilung ihren Platz.

§. 419. Die Ordnung der Zahnlosen (Edentata) scheint den Uebergang von den Säugethieren mit Nägeln zu den Säugethieren mit Hufen zu bilden; denn ihre Klauen entwickeln sich stark, und umschließen einen großen Theil der Zehenspitzen; besonders bezeichnet sind sie aber durch den Mangel an Zähnen am vordern Theile des Mundes (Fig. 196). Der Kauapparat besteht nur aus Eck- und Backenzähnen,

Fig. 196. Das Kopfskelet des Armadills (Tatu).

und manchmal fehlen selbst diese (Fig. 22); daher ernähren sich die Zahnlosen mit weichen Insekten oder leicht abzureißenden Blättern. Hieher gehören z. B. das Gürtelthier (Tatu) (Fig. 197), der Pangolin (Manis macroura) und der Ameisenfresser (Myrmecophaga).

Fig. 197. Das Gürtelthier (Tatu).

§. 420. Die Ordnung der Dickhäuter (Pachydermata) gehört zu der Abtheilung der Säugethiere mit Hufen und ist aus sämmtlichen Hufthieren zusammengesetzt, deren Verdauungsapparat auf die gewöhnliche Weise gebaut und also nicht zum Wiederkäuen eingerichtet ist. Diese Thiere zeichnen sich durch die Dicke ihrer Haut aus; ihr Gehirn zeigt zahlreiche Windungen, beinahe wie bei den Fleischfressern; sie sind alle mehr oder weniger Pflanzenfresser. Die einen haben eine zu einem langen und vorstreckbaren Rüssel verlängerte Nase und werden aus diesem Grunde Rüsselthiere genannt; hieher gehören die Elephan-

Fig. 200. Die Giraffe.

Fig. 198. Das Zebra (Equus Zebra *L.*).

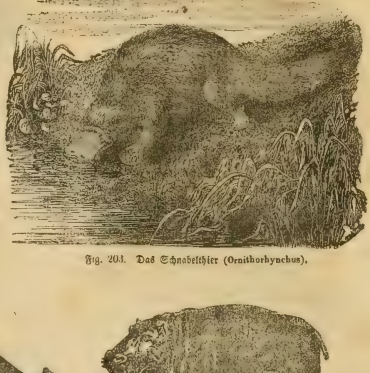


Fig. 203. Das Schnabelthier (Ornithorhynchus).

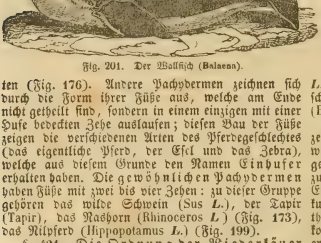


Fig. 201. Der Wallfisch (Balaena).

Fig. 199. Das Nilpferd (Hippopotamus).

ten (Fig. 176). Andere Pachydermen zeichnen sich durch die Form ihrer Füße aus, welche am Ende nicht getheilt sind, sondern in einem einzigen mit einer Hufe bedeckten Zehe auslaufen; diesen Bau der Füße zeigen die verschiedenen Arten des Pferdegeschlechtes (das eigentliche Pferd, der Esel und das Zebra), welche aus diesem Grunde den Namen Einhufer erhalten haben. Die gewöhnlichen Pachydermen haben Füße mit zwei bis vier Zehen: zu dieser Gruppe gehören das wilde Schwein (Sus *L.*), der Tapir (Tapir), das Nashorn (Rhinoceros *L.*) (Fig. 173), das Nilpferd (Hippopotamus *L.*) (Fig. 199).

§. 421. Die Ordnung der Wiederkäuer (Ruminantia) unterscheidet sich durch das Vorhandensein von vier Mägen, die für das Wiederkäuen (§. 404) eingerichtet sind, nicht nur von den übrigen Dickhäutern mit Hufen, sondern auch noch von allen vorhergehenden Gruppen. Diese Thiere sind wesentliche Pflanzenfresser und haben vornen am Oberkiefer keine Zähne; sie haben alle einen gespaltenen Fuß, und bloß bei ihnen trifft man solche Arten an, deren Stirne mit Hörnern bewaffnet sind, denen eine Knochenachse zur Stütze dient. Die Hauptthypen dieser Abtheilung sind die Ochsen, die Schafe, die Ziegen und die Hirsche; aber auch die Antilopen, die Giraffen (Fig. 200), die Kamele, das Lama, u. s. w. reihen sich hier an.

§. 422. Die Abtheilung der fischförmigen Säugethiere begreift nur eine einzige Ordnung in sich, nämlich die der Cetaceen oder Walthiere. Durch ihren eigenthümlichen Bau sind diese Thiere für einen Aufenthalt im Wasser geeignet, denn ihre äußere Form gleicht mehr der eines Fisches als der eines gewöhnlichen Säugethieres. Bei ihnen fehlen die Bauchgliedmaßen, und die Brustgliedmaßen sind in Flossen umgebildet; auch läuft der Schwanz in eine breite horizontale Flosse aus. Zu dieser Ordnung gehören das Meerschwein (Delphinus Phocaena *L.*) (Fig. 168), der Delphin (Delphinus), der Cachelot oder Pottfisch (Physeter *L.*) und der Wallfisch (Balaena) (Fig. 201).

Die Abtheilung der didelphischen Säugethiere zeichnet sich durch mehrere in physiologischer Hinsicht wichtige Charaktere aus; gewöhnlich kommen die Jungen in einem außerordentlich unvollkommenen Zustand zur Welt; auch scheint es, daß sie während ihres Embryolebens ihre Nahrung nicht aus dem Mutterkuchen beziehen, wie dies bei den gewöhnlichen Säugethieren der Fall ist. Das Gebirn ist weniger vollkommen, als bei der vorhergehenden Abtheilung und ermangelt des sogenannten Balkens (corpus callosum); bei diesen Thieren sind immer zwei Knochenäste, die cornua pelvis abdominalia, vorhanden, die mit ihrem hintern Ende vornen an das Becken befestigt sind, zwischen den Muskeln des Bauches aufwärtssteigen und zum Unterstützen der Wandungen dieser Eingeweidehöhle dienen (Fig. 181).

Diese Gruppe besteht aus zwei Ordnungen: aus den Beutelthieren oder Marsupialien und den Monotremen.

§. 424. Die Ordnung der Beutelthiere (Marsupialia) ist hauptsächlich durch das Vorhandensein einer Art Tasche bezeichnet, die zum Tragen der Jungen während der ersten Zeit nach der Geburt bestimmt ist. Dieser Sack oder Beutel ist aus zwei Hautfalten des Bauches gebildet und schließt die Zitzen ein, woran die Jungen festhängen, welche in diese Tasche in einem Zustande außerordentlicher Unvollkommenheit gelangen und erst hier ihre Entwicklung vollenden (Fig. 169). Die Art der Ernährung ändert sich bei den Beutelthieren bedeutend ab: die einen sind Fleischfresser, andere sind Insektenfresser und noch andere sind Pflanzenfresser; dann gibt es auch solche, die in Bezug auf ihren Körperbau genau an die der Nager erinnern. Ferner ist zu bemerken,

daß fast alle diese Thiere Neuholland angehören. Die Beutelratze (Didelphys *L.*) (Fig. 169), das eigentliche Opossum (Didelphys virginiana *L.*) und das Känguruh (Halmaturus) (Fig. 202) sind die Hauptrepräsentanten dieser eigenthümlichen Gruppe.

§. 425. Die Ordnung der Monotremen endlich scheint den Uebergang von den Säugethieren zu den eierlegenden Wirbelthieren zu bilden. Anstatt daß sich hier der Darmkanal, wie bei den gewöhnlichen Säugethieren, unmittelbar nach außen öffnet, mündet er in einen gemeinschaftlichen Kloak ein, wie bei den Vögeln; auch der Zeugungsapparat zeigt sehr große Abweichungen von der Regel, und das Hautsystem ist bloß angedeutet, manchmal sind die Kinnladen mit Hornplatten besetzt, welche eine große Aehnlichkeit mit einem Entenschnabel haben. Man kennt nur zwei Arten von Thieren mit einer solchen Organisation, nämlich das Stachelthier (Echidna *Cuv.*) und das Schnabelthier, (Ornithorhynchus *Blb.*) (Fig 203).

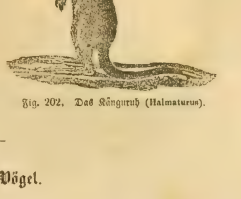


Fig. 202. Das Känguruh (Halmaturus).

Die Klasse der Vögel.

§. 426. Die Klasse der Vögel, welche sämmtliche Thiere mit einem innern Skelet und der geeignetsten Organisation zum Fluge in sich begreift, ist eine der Unterabtheilungen des Thierreichs, die nicht nur wegen der äußeren Form dieser Wesen, sondern auch wegen der Eigenthümlichkeiten ihres innern Baues und der Art und Weise, wie ihre Lebensverrichtungen vor sich gehen, am meisten ausgesprochen und bezeichnet sind. Um diese Gruppe zu definiren, könnte es hinreichen, wenn man sagte, daß die Vögel Wirbelthiere mit einer doppelten und vollständigen Circulation seien; um sich aber eine genaue Vorstellung von ihren Hauptmerkmalen machen zu können, muß man noch hinzufügen, daß die Vögel eierlegend sind, daß sie eine doppelte Lufrespiration, d. h. eine Respiration besitzen, die nicht allein in den Lungen stattfindet, wie man sie bei den Säugethieren und Reptilien findet, sondern in diesen Organen und zugleich im Innern aller Leibestheile; ferner daß ihr Blut warm, wie das der Säugethiere, ist; endlich daß ihre Brustgliedmaßen die Form von Flügeln haben und ihre Haut mit Federn besetzt ist.

Der Bau dieser Thiere ändert sich nur wenig ab, und steht in einer nahen Beziehung zu der Art der Ortsbewegung, zu der sie wesentlich bestimmt sind. Sie erreichen fast nie eine bedeutende Größe, dagegen macht sie das Vorhandensein einer beträchtlichen Menge Luft im Innern des Körpers sehr leicht.

§. 427. Die den ganzen Leib des Vogels bedeckenden Federn sind Produktionen, die den Haaren der Säugethiere sehr analog sind, aber einen complizirteren Bau zeigen. Zu der Regel kann man daran eine hornartige Röhre — den Kiel, welcher den untern Theil derselben einnimmt und an dem einen Ende durchbohrt ist, ferner einen Schaft, der eine aufwärtssteigende Forsetzung von dieser Röhre oder Spule bildet, und endlich die Fahne (Bart), die aus jeder Seite des Schafts hervortritt und selbst wieder mit Blättern besetzt ist, welche zuweilen an ihrem Rande gefranzt zu sein scheinen, unterscheiden.

Das zur Bildung der Feder bestimmte Absonderungsorgan wird Kapsel genannt, welche häufig eine bedeutende Länge erreicht. Nach den von Friedrich Cuvier angestellten Beobachtungen, scheint es, daß die Kapsel wächst, so lange die Entwicklung der Feder dauert, und daß in dem Maße, als sich ihr Grundtheil verlängert, ihr Ende abstirbt und vertrocknet, sobald sie den entsprechenden Theil der Feder gebildet hat.

Jeder dieser kleinen Apparate ist aus einer Zwiebel und einer cylindrischen Scheide zusammengesetzt, die inwendig von zwei, durch schieflaufende Scheidewände vereinigten Häuten ausgekleidet ist. Die Substanz der Feder lagert sich auf der Oberfläche der Zwiebel ab und bildet in den kleinen Zwischenräumen, welche die ebenerwähnten kleinen Scheidewände zwischen sich lassen, den Bart der Feder. In demjenigen Theile, der dem Schafte entspricht, ist die Zwiebel mit der innern Oberfläche desselben in Verbindung; sie vertrocknet uns stirbt ab, nachdem sie eine schwammige Substanz darin niedergelegt hat; an derjenigen Stelle dagegen, wo der Stamm der Feder röhrenförmig ist, füllt die Hornsubstanz, welche von diesem Secretionsorgan abgesetzt wird, denselben vollständig ein; hat aber die Zwiebel ihre Funktionen erfüllt, so vertrocknet sie gleichfalls und bildet während ihres Absterbens eine Reihe in einander gesteckter häutiger Kegel, welche das Innere der Röhre ausfüllen und die Seele der Feder genannt werden.

Die neue Feder ist anfangs in der Scheide ihrer Kapsel eingeschlossen, welche öfters um mehrere Zolle aus der Haut hervorspringt und nach und nach abfällt. Die Feder zeigt sich alsdann nackt, und ihre ursprünglich zusammengerollten Barten breiten sich zu beiden Seiten des Schafts aus; das innere Ende ihrer Spule bleibt in der Haut stecken, löst sich aber in der Regel ohne Schwierigkeit ab und fällt aus, um einer neuen Feder Platz zu machen. Diese Erneuerung der Federn, welche die Mauser genannt wird, geschieht gewöhnlich jedes Jahr nach der Brutzeit, und findet manchmal zweimal in einem und demselben Jahre, nämlich im Frühjahr und im Herbste Statt; bei den alten Individuen geschieht sie früher als bei den jungen, und ist für den Vogel ein krankhafter Zustand, während desselben er seine Stimme verliert.

Die Form der Federn zeigt bedeutende Abänderungen: man kennt solche, denen der Bart fehlt und die den Stacheln des Stachelschweins gleichen; die Flügel des Kasuars (Fig. 204) zeigen vier bis fünf solcher Federn; andere haben steife Fahnen, die mit Bartblättchen besetzt sind, welche so an einander liegen, daß sie ein großes Blatt bilden, durch welches die Luft nicht hindurchdringen kann (mit solchen ist z. B. der Flügel des Adlers und der Raben besetzt); wiederum gibt es solche, deren Barten und Bartblättchen lang und biegsam sind und nicht in einandergreifen — ein Umstand, der sie äußerst leicht und weich macht (was man z. B. an den Straußenfedern sieht); ferner gibt es auch solche, die einem einfachen Flaum gleichen

Fig. 204. Der Kasuar (Casuarius indicus).

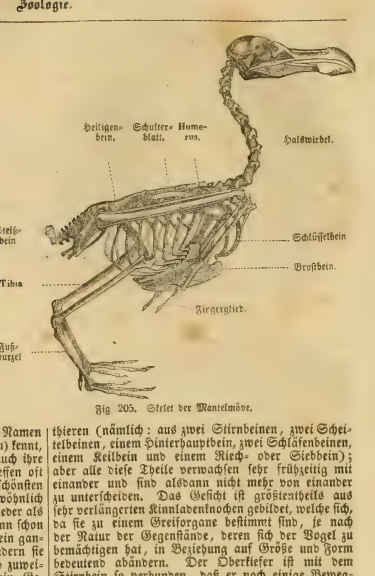


Fig. 205. Skelet der Mantelmöve.

(die Federn gewisser Störche, die man unter dem Namen Marabu oder Riesenstorch (Ciconia Marabu) kennt, gehören als Beispiele hieher). Endlich sind auch ihre Farben unendlich verschiedenartig und übertreffen oft an Schönheit und Glanz die Farben der schönsten Blumen oder der brillantesten Steine. Gewöhnlich haben die Weibchen ein weniger reiches Gefieder als die Männchen, und ein seltener Fall ist es, wenn schon der junge Vogel die Farben zeigt, welche er sein ganzes Leben hindurch behalten wird; oft verändern sie sich zwei oder drei Jahre hinter einander, und zuweilen hat der erwachsene Vogel im Sommer ein Gefieder, das durchaus verschieden ist von dem im Winter. Endlich ist noch zu bemerken, daß die Federn der Wasservögel mit einer fetten Substanz überzogen sind, welche sie für das Wasser undurchdringlich macht; dieser Ueberzug schützt die Haut des Thieres vor der Berührung mit der Flüssigkeit, worin es sich theilweise getaucht findet.

§. 428. Das Skelet, das die allgemeine Form der Vögel bestimmt (Fig. 205) und zugleich einen der wichtigsten Theile des Bewegungsapparates ausmacht, setzt sich beinahe aus den gleichen Elementen, wie bei den Säugethieren, zusammen; aber es ist sowohl die Form als die Anordnung mehrerer Knochen verschieden, auch sind die Knochen bei gleichem Volumen leichter, denn die meisten von ihnen sind durch zahlreiche mit Luft angefüllte Zellen durchhöhlt.

Gewöhnlich ist der Kopf (Fig. 206) dieser Thiere klein; in früher Jugend setzt sich der Hirnschädel aus den gleichen Knochen zusammen, wie bei den Säugethieren (nämlich: aus zwei Stirnbeinen, zwei Scheitelbeinen, einem Hinterhauptbein, zwei Schläfenbeinen, einem Keilbein und einem Riech- oder Siebbein); aber alle diese Theile verwachsen sehr frühzeitig mit einander und sind alsdann nicht mehr von einander zu unterscheiden. Das Gesicht ist größtentheils aus sehr verlängerten Kinnladenknochen gebildet, welche sich, da sie zu einem Greiforgane bestimmt sind, je nach der Natur der Gegenstände, deren sich der Vogel zu bemächtigen hat, in Beziehung auf Größe und Form bedeutend abändern. Der Oberkiefer ist mit dem Stirnbein so verbunden, daß er noch einige Beweglichkeit behält; der Unterkiefer hängt, anstatt unmittelbar mit dem Schädel, wie bei den Säugethieren, vermittelst eines hervorspringenden Gelenkknopfes zu artikuliren, an einem beweglichen Knochen, dem sogenannten Quadratknochen, welcher einem Theile des Schläfenbeins entspricht, der sich, so zu sagen, von dem Felsenbeine, womit er bei den Säugethieren verwachsen ist, abgesondert findet. Auch ist jeder Unterkieferast aus zwei Stücken zusammengesetzt, anstatt aus einem einzigen Knochen gebildet zu sein, und artikulirt mittelst eines Grübchens mit dem Quadratknochen.

Die Artikulation des Kopfes mit der Wirbelsäule gestattet ausgedehntere Bewegungen als bei den Säugethieren, denn sie geschieht durch einen einzigen Gelenkknopf, der eine Art halbkugelförmigen Zapfens ist, auf der Mittellinie des Körpers, unten am großen Hinterhauptloch liegt und von einem entsprechenden Grübchen des ersten Halswirbels (Atlas) aufgenommen wird.

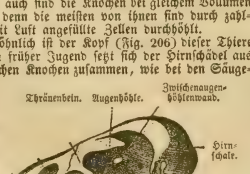


Fig. 206. Das Kopfskelet des Adlers.

§. 429. Gewöhnlich ist der Hals der Vögel weit länger und beweglicher als der Hals der meisten Säugethiere; denn da der Schnabel fast immer das einzige Greiforgan ist, womit die Vögel ihre Nahrung von dem Boden aufheben, so wird der obere Theil der Wirbelsäule, d. h. der Hals (Fig. 205), um so länger, als diese Thiere hochbeinig sind, und sind sie wesentliche Schwimmvögel (wie der Schwan) und müssen sie den Kopf in das Wasser eintauchen, um sich ihrer Beute zu bemächtigen, so übertrifft die Länge des Halses in sehr vielen Fällen die Länge des ganzen Rumpfes um ein Merkliches. Die Anzahl der

Halswirbel variirt bedeutend, je nach den verschiedenen Vogelarten; gewöhnlich sind es deren 12 bis 15; manchmal finden sich weniger, manchmal mehr, so daß es selbst Fälle gibt, wo ihre Anzahl mehr als 20 beträgt (z. B. bei dem Schwan). Sie sind sehr beweglich; wegen der besonderen Beschaffenheit ihrer Gelenkflächen * biegt sich der Hals in der Form eines S, wodurch er sich verkürzen oder verlängern kann, je nachdem sich seine Krümmungen vermehren oder vermindern. Diese Einrichtung ist besonders merkwürdig bei den Ufervögeln (Stelzvögeln), z. B. bei den Störchen, welche zum Ergreifen ihrer Beute ihren Schnabel auf eine beträchtliche Entfernung hinaus und mit einer großen Geschwindigkeit schleudern. Die Thätigkeit der zur Bewegung dieses Theiles bestimmten Muskeln wird durch zahlreiche Knochenfortsätze, an die sie sich heften, erleichtert.

Fast bei allen Vögeln sind dagegen die Rückenwirbel ganz unbeweglich: die Nothwendigkeit dieser Bauart bei den zum Fluge eingerichteten Thieren ist leicht einzusehen; denn dieser Theil der Wirbelsäule, von dem die Rippen getragen werden, und welcher daher als Stützpunkt für die Flügel dient, muß eine bedeutende Festigkeit besitzen. In der Regel sind diese Wirbel unter sich verwachsen; bei solchen Vögeln aber, die nicht fliegen, z. B. bei dem Kasuar und dem Strauß (Fig. 136), behalten sie ihre Beweglichkeit bei. Die Lenden- und die Kreuzbeinwirbel vereinigen sich alle zu einem einzigen Knochen, da sie die gleiche Anwendung finden, wie das Kreuzbein des Menschen. Die Schwanzwirbel sind klein und beweglich; der letztere, welcher die großen Schwanzfedern trägt, ist gewöhnlich größer als die andern und mit einer hervorspringenden Kräte versehen (Fig. 205).

§. 430. Die Rippen der Vögel zeigen gleichfalls einige Eigenthümlichkeiten im Baue, die dem Thorax eine noch beträchtlichere Festigkeit zu geben suchen. Die Knorpelfortsätze, wodurch sie bei den Säugethieren mit dem Brustbeine verbunden werden, wird hier durch einen Knochen ersetzt; und jede von ihnen trägt auf ihrem mittleren Theile einen plattgedrückten Fortsatz, der in schiefer Richtung oberhalb der folgenden Rippe nach hinten geht, so daß jeder dieser Knochen sich auf den nächstliegenden stützt.

Doch der merkwürdigste Theil an dem Thorax ist das Brustbein, sternum (Fig. 207), welches bei den

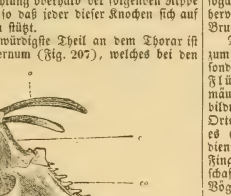


Fig. 207. Schlüsselknochen und Brustbein. **

Vögeln als ein Anheftpunkt für die Flugmuskeln dient, und eben darum auch sehr entwickelt ist. Es bildet einen convexen und gewöhnlich viereckigen Schild, der den Thorax und einen großen Theil des Hinterleibs bedeckt. Bei dem Kasuar und dem Strauße (Fig. 136), die sich nicht in die Lüfte erheben können, und deren Flügel nur im Zustand des Rudiments vorhanden sind, zeigt das Brustbein an seiner äußeren Fläche keine Gräte, hingegen bemerkt man bei den übrigen Vögeln eine Art Leiste oder Gräte, die der Länge des Brustbeins nach hinläuft und den Beugemuskeln des Flügels mehr Kraft verleiht.

§. 431. Die Schulterknochen sind ebenfalls auf eine Art gebaut, die für den Flug am günstigsten ist. Das Schulterblatt (o) ist zwar schmal, aber in paralleler Richtung mit dem Rückgrat sehr verlängert und nicht nur vermittelst des dazwischenliegenden Schlüsselbeins oder Gabelknochens (f), sondern auch vermittelst eines andern Knochens, welcher den Dienst eines zweiten Schlüsselbeins thut und Rabenschnabelfortsatz (c) genannt wird, weil er mit dem Rabenschnabel des menschlichen Schulterblattes zu übereinstimmen scheint, auf das Brustbein gestützt ist. Die Schlüsselbeine der beiden Seiten verwachsen fast immer mit einander an ihrem vorderen Ende in Form eines V, dessen Spitze abwärts gerichtet und an das Brustbein geheftet ist; die Rabenschnabelfortsätze bilden die Strebepfeiler, welche mit der Gabel die von einander weit abstehenden Schulterblätter halten und für den Oberarm (humerus) einen um so festeren Stützpunkt darbieten, ein je besserer Segler der Vogel ist. Bei solchen Vögeln, die nicht oder nur wenig fliegen, zeigen die Schlüsselbeine nur eine schwache Entwicklung. So sind z. B. diese Knochen bei gewissen Erdpapageien (Pezopori) Südindiens nur im Rudiment vorhanden; bei den Kasuaren und dem amerikanischen Strauß finden sie sich bloß als kleine Schenkel; bei dem afrikanischen Strauß und dem Tukan (Rhamphastos) reichen sie zwar beinahe bis zum Brustbeine, vereinigen sich aber nicht mit einander; bei einigen Ohreulen (Ohrkauz, Strix otus L.) sind sie endlich durch ein Knorpelstück mit einander vereinigt, während sie bei den gewöhnlichen Vögeln vollständig zusammengewachsen sind und sich öfters sogar vermittelst einer aus diesem Zusammenwachsen hervorgehenden Verlängerung unmittelbar auf das Brustbein stützen.

Die Brustgliedmaßen dienen den Vögeln weder zum Gange, noch zum Greifen, noch zum Betasten, sondern bilden sehr ausgedehnte Ruder, die man Flügel oder Schwingen nennt. Bei den Fledermäusen haben wir bereits ein Beispiel von der Umbildung der Vorderfüße in ein für die Luft bestimmtes Ortsbewegungsorgan gesehen; bei diesen Thieren ist es eine Haut, die zum Rückwärtsschlagen der Luft dient; zum Unterstützen dieser Flughaut werden die Finger außerordentlich lang. Von einer andern Beschaffenheit aber sind diese breiten Ruder bei den Vögeln; sie sind aus steifen Federn gebildet, die bloß an ihrer Basis befestigt werden müssen, daher zeigt die Hand keine Finger mehr; auch würden diese nur ihre Festigkeit beeinträchtigen und überhaupt von keinem Nutzen sein. Sie kommt bloß in der Form eines platten und beinahe unbeweglichen Stümmels (Fig. 90, 205) vor. Der Bau des Oberarms und des Unterarms ist nur wenig von dem des Menschen unterschieden; der Oberarmknochen zeigt nichts Besonderes; das Ellenbogenbein und die Speiche können sich nicht um einander drehen, und sind in der Regel um so länger, je kräftiger der Flug ist. Die Handwurzel (carpus) ist aus zwei in einer Reihe neben einander liegenden kleinen Knochen zusammengesetzt, worauf der Mittelhandknochen (metacarpus) folgt, der zwei an den Endpunkten verwachsene Aeste darstellt; an der Basis dieses letzteren Theils der Hand fügt sich ein verkümmerter Daumen ein; endlich findet sich noch an ihrem Ende ein aus zwei Gliedern zusam-

* Diese Gelenkflächen sind in der einen Richtung concav und in der andern convex, so daß sie sich in einander fügen können. Am obern Theile des Halses gestatten sie eine freie Biegung nach vornen, während sie hingegen in der Mitte des Halses so gebaut sind, daß sie nur eine Rückwärtsbiegung zulassen; endlich verändern sie sich auch nach der Basis des Halses in ihrer Structur und werden wieder zu einer Beugung des Halses nach vornen geeignet.

** a Das Brustbein; — e Ausschnitt des Brustbeins; — co Brustbeinrippen (ächte Rippen); — b Brustbein; — f Gabelbein; — c Rabenschnabel; — o Schulterblatt; — m Faserhaut, die sich von der Gabel bis zum Brustbein ausdehnt.

mengesetzter Mittelfinger und einen den äußeren Finger darstellenden kleinen Stiel.

§. 432. Die großen Flügelfedern werden Schwungfedern genannt; die Ausdehnung der Flügel und die Stärke des Flugs hängen mehr von der Länge dieser

Fig. 208. Ein Falkenflügel *

Fig. 209. Der Fregatvogel (Trachypetes).

ebengenannten Federn, als von der Länge des Oberarms, des Vorderarms und der Hand ab. So oft sich der Vogel in die Luft erheben will, erhebt er den Oberarm und mit demselben auch den ganzen noch zusammengelegten Flügel; hierauf entfaltet er denselben, indem er den Vorderarm, sowie auch die Hand, ausstreckt, und schlägt ihn schnell abwärts; die Luft, welche dieser Bewegung einen Widerstand leistet, gibt ihm alsdann einen Stützpunkt ab, über welchen er sich erhebt; auf diese Weise schleudert er sich wie ein in die Höhe geworfener Körper fort; und ist einmal seinem Körper der Impuls gegeben, so senkt er seinen Flügel nieder oder beugt er ihn zurück, um den neuen Widerstand, den das umgebende Fluidum seiner Fortbewegung entgegensetzt, so sehr wie möglich zu vermindern. Dieser Widerstand und die Schwerkraft, vermöge derselben alle Körper nach dem Mittelpunkt der Erde zu fallen streben, vermindern allmählig die Geschwindigkeit, welche sich der Vogel durch den Flügelschlag gegeben hat, und macht er keine neuen Bewegungen, so steht es nicht lange an, daß er wieder abwärts steigt; wenn er aber, bevor die durch den ersten Flügelschlag erhaltene Geschwindigkeit aufgehoben ist, einen zweiten Flügelschlag folgen läßt, so wird er zu der Geschwindigkeit, die er noch hat, eine neue hinzufügen und durch eine beschleunigte Bewegung vorwärtsrücken.

So lange sich der Vogel schwebend in der Luft erhält, wird das ganze Gewicht seines Leibes von den Flügeln getragen; damit er sich aber in diesem Zustande im Gleichgewicht halten könne, muß sein Schwerpunkt (§. 285) beinahe unter den Schultern und so tief als möglich liegen; dies ist auch der Grund, warum er gewöhnlich während des Fluges den Hals mit dem Kopfe gerade vorwärts gestreckt hält und warum sein Rumpf, anstatt wie bei den Säugethieren lang gestreckt zu sein, stets gedrängt und eiformig ist.

Es ist klar, daß der Widerstand der Luft um so größer sein wird, als die Masse des durch die Flügel auf einmal zurückgeschlagenen Fluidums beträchtlicher ist, folglich wird auch die durch das Herabsinken dieser Ruder erhaltene Geschwindigkeit um so größer sein, je ausgedehnter die Flügel sind; es geht nun daraus hervor, daß die Vögel mit langen Flügeln nicht nur schneller werden fliegen können, als die mit kurzen, sondern daß sie sich auch werden länger in der Luft zu halten vermögen; denn sie werden nicht genöthigt sein, die Bewegungen dieser Organe so oft zu wiederholen, und werden daher auch sich nicht so bald ermüden. Und in der That es haben alle Vögel, die durch ihren schnellen und lange ausdauernden Flug merkwürdig geworden sind, große Flügel, während diejenigen Vögel, deren Flügel im Vergleich zum Volumen des Leibes klein oder nur mittelmäßig groß sind, weit weniger schnell fliegen und zu häufigerem Ausruhen genöthigt sind.

Unter den hinsichtlich der Stärke ihres Fluges merkwürdig gewordenen Vögeln werden wir den Condor (Sarcorhamphus Gryphus) und den Fregatvogel (Tachypetes) (Fig. 209) anführen. Der Condor oder der große Geier der Andes hat mehr als vier Meter Flügelweite und schwingt sich höher in die Lüfte als jeder andere Vogel; man sieht ihn bald am Meeresufer, bald über dem Chimborazo, d. h. in einer Höhe von beinahe 7000 Meter über dem Niveau des Meeres, schwebend. Sein gewöhnlicher Aufenthalt ist auf den Felsen der Cordilleras, unmittelbar unter der Schneelinie, in einer Höhe von 3300 bis 4800 Meter; von den schroffen Felsspitzen steigt er in die Thäler und auf die Ebenen herab, um da seine Nahrung zu holen, welche hauptsächlich in Cadavern großer Säugethiere besteht; man behauptet sogar, daß, wenn mehrere vereinigt seien, sie leicht Ochsen zu tödten vermögen, und stark genug seien, um in ihren Krallen Schafe und Lama's mit fortzunehmen, und sie bis zur Spitze des Chimborazo und der höchsten Berge des Andesgebirges zu tragen. Die Fregatvögel, die im Verhältniß zu ihrer Größe noch längere Flügel haben und die Tropenmeere bewohnen, haben einen so kräftigen Flug, daß sie sich vom Land mehr als 400 französische Meilen weit entfernen können.

Damit sich der Vogel in senkrechter Richtung erheben könne, müssen seine Flügel vollkommen horizontal sein; dies ist aber gewöhnlich nicht der Fall: in der Regel sind sie so von vornen nach hinten geneigt, daß sie dem Vogel beim Fluge nur eine schief aufwärts steigende Richtung gestatten; manchmal ist diese Neigung selbst von der Art, daß der Vogel, um beinahe senkrecht in der Atmosphäre aufwärtssteigen zu können, genöthigt ist, gegen den Wind zu fliegen. Einen großen Einfluß auf die Leichtigkeit des Aufwärtssteigens in ruhiger Luft hat die relative Länge der Schwungfedern. Die Vögel, deren vorderen Schwungfedern am längsten und an der Spitze am stärksten sind, haben einen schieferen Flug, als solche Vögel, deren Flügel an der Spitze abgestutzt sind.

So können sich z. B. die Falken, welche spitze Flügel (Fig. 208) haben, nur im Zickzack erheben, ähnlich einem Schiff, mit welchem man gegen den Strom oder gegen den Wind segeln will; während die Sperber, der Adler und andere Raubvögel, deren Flügel an der Spitze abgestutzt sind (Fig. 210), senkrecht aufwärtssteigen können.

Will sich ein Vogel von dem Boden erheben, so springt er zuerst mit seinen Füßen in die Höhe, breitet hierauf seine Flügel so aus, daß er damit die Luft schlagen kann, ehe er wieder auf den Boden kommt. Vögel mit sehr langen Flügeln bedürfen einen größeren Raum, um diese Bewegung ausführen zu können;

* a primäre Schwungfedern oder Federn der Hand; — b secundäre Schwungfedern oder Federn des Vorderarms; — d Bastardfedern oder Federn des Daumens.

Fig. 210. Ein Sperberflügel.*

daraus geht nun hervor, daß, wenn sie zugleich allzu kurze Füße haben, um einen sehr hohen Ansatz nehmen zu können, ihr Auffluß mit Schwierigkeit verbunden ist. Ein Beispiel hiezu liefert die Thurmschwalbe (Cypselus murarius).

Die Schwanz- oder Steuerfedern dienen den Vögeln gleichfalls zu ihrem Fluge; sie breiten dieselben aus, und senken oder erheben sie wie ein Steuerruder, um damit die schiefe Richtung ihres Flugs zu vermindern oder zu vermehren; und wollen sie ihre Richtung verändern, so helfen sie sich gleichfalls damit, indem sie den Schwanz auf die Seite neigen.

§. 433. Wenn der Vogel ruht, so sind es bloß seine Hinterglieder, die ihm hiezu als Stützen dienen; es ist demnach ein wahres zweifüßiges Thier und muß daher als solches ein breites und mit der Wirbelsäule fest verbundenes Becken haben. Die Hüftbeine sind auch in der That bei den Vögeln außerordentlich entwickelt und bilden mit dem Kreuzbein und den Lendenwirbeln nur ein einziges Stück (Fig. 205). Gewöhnlich ist dieser Knochengürtel auf der vordern Seite unvollständig; die Schambeine verbinden sich nicht unter einander, und anstatt daß das Sitzbein von dem Kreuzbein durch einen breiten Ausschnitt getrennt ist, zeigt sich sein hinterer Theil mit diesem Knochen verwachsen und der Ausschnitt in ein Loch umgewandelt. Der Oberschenkelknochen ist kurz und gerade, der Unterschenkel wie bei den meisten Säugethieren aus einem Wadenbeine, Schienbeine und einer Kniescheibe zusammengesetzt; nur ist mit dem ersteren das Wadenbein verwachsen, bevor es an seinen unteren Theil gelangt. Ein einziger Knochen, der auf den Unterschenkel folgt, stellt sowohl die Fußwurzel oder den Lauf (tarsus), als den Mittelfuß (metatarsus) vor, und trägt an seinem untern Ende die Zehen, deren es gewöhnlich vier sind; mehr sind nie vorhanden; manchmal aber fehlt der äußere oder der innere Zehen, welchen letzteren man auch Daumenzehen heißt, oder verschwinden sogar alle beide, so daß nur drei oder gar nur zwei vorhanden sind (Fig. 215). Die Zahl der Zehenglieder wächst fast immer regelmäßig vom Daumen nach der äußeren Zehe, die immer die meisten zählt, und steigt von zwei bis fünf. Von diesen vier Zehen stehen gewöhnlich nur drei vorwärts, während der Daumen nach hinten gerichtet ist; zuweilen steht auch der äußere Zehen nach hinten, eine Einrichtung, die man besonders bei den Klettervögeln, z. B. bei den Papageien, den Tukanen und den Spechten (Fig. 214) bemerkt.

Fig. 214. Der Wendehals oder mittlere Buntspecht (Picus medius).

* a primäre Schwungfedern; — b sekundäre Schwungfedern.

Wir haben vorhin gesagt, daß sich der Schwerpunkt des Vogels während des Fluges unter den Schultern befinden müsse; damit der Vogel nun auch auf seinen Füßen, welche hinten am Rumpfe stehen, im Gleichgewicht bleibe, so müssen sich diese Organe ziemlich weit nach vornen biegen können und die Zehen lang genug sein, um noch über den Punkt hinaus reichen zu können, worauf eine durch den Schwerpunkt gehende Vertikallinie fallen würde, oder es muß der Schwerpunkt selbst so weit nach hinten rücken, daß er sich über der Standfläche befindet. Dieses erklärt uns den Nutzen der großen Biegung des Oberschenkels und die schiefe Richtung der Fußwurzel; wenn der Fuß groß ist, und wenn

Fig. 212. Der Ibis (Ibis).

der Hals so zurückbiegen kann, daß dadurch der Kopf mehr nach hinten zu stehen kommt, so stellt sich dadurch das Gleichgewicht her, ohne daß sich der Leib bedeutend von seiner horizontalen Stellung (Fig. 212) entferne; ist aber der Hals kurz, der Kopf dick und die Länge der Zehen mittelmäßig, so ist das Thier genöthigt, während des Stehens oder Gehens eine beinahe vertikale Stellung anzunehmen (Fig. 213). Wenn die Vögel auf einem einzigen Fuße stehend schlafen, stecken sie gewöhnlich den Kopf unter einen Flügel, um sich auf diese Weise leichter im Gleichgewicht erhalten zu können. Bei mehreren dieser Thiere wird diese Stellung durch eine Eigenthümlichkeit in dem Bau des Kniegelenks auffallend bequem gemacht. Bei dem Menschen und den meisten Thieren sinken die Glieder unter dem Gewicht des Körpers zusammen, sobald sich ihre äußeren Muskeln nicht mehr zusammenziehen, daher wird das Stehen bei den permanenten Contractionen dieser Organe sehr ermüdend; ganz anders dagegen ist es bei dem Storche und den übrigen langbeinigen Vögeln: es zeigt nämlich das untere Ende des Oberschenkels eine Grube, wo sich während der Streckung des Gliedes ein Vorsprung der tibia einfügt, der aus derselben nur durch eine starke Muskelanstrengung treten kann; der einmal ausgestreckte Fuß bleibt daher in dieser Lage, ohne daß das Thier eine Muskelzusammenziehung nöthig hätte, und ohne daß daraus eine Müdigkeit erfolgte.

Fig. 213. Der gemeine Pinguin (Aptenodytes patagonica).

Es ist für den Vogel immer schwerer, seinen Aufflug vom Boden aus zu nehmen, als von einem erhabenen Punkte: den Grund davon haben wir bereits gesehen, auch weiß Jedermann, daß die meisten Vögel weit öfter

Fig. 214. Der Steinadler oder Königsadler (Aquila fulva).

Fig. 216. Der europäische Strandreiter (Himantopus atropterus).

auf irgend einem andern Gegenstand aufsitzen, als auf dem Boden. Um sich auf einem Aste oder Zweige im Gleichgewicht zu halten, müssen sie denselben mit ihren Zehen umklammern und ihn stark drücken; müßten sie dazu aber eine beträchtliche Muskelkraft aufbieten, so würde eine solche Stellung sehr schnell ermüden; doch auch hier macht ein sehr einfacher Mechanismus jede Anstrengung fast unnütz und erlaubt den Vögeln, sich auf einem Ast selbst im Schlafe festzuhalten; die Beugemuskeln der Zehen laufen nämlich über das Knie- und Fersengelenk hin, so daß, wenn diese eine Beugung machen, sie nothwendig an den Sehnen dieser Muskeln ziehen und somit die Zehen biegen müssen; wenn nun das Gewicht des Körpers die Ober- und Unterschenkel zusammensinken macht, wird also diese Bewegung erzeugt, welche zur Folge hat, daß sich das Thier, ohne irgend eine Anstrengung, an den Zweig stark andrückt und darauf festsitzt.

Es bestehen ziemlich große Unterschiede in der Bildung der Füße, je nach der Lebensweise, zu der die Vögel bestimmt sind. So sind die Beine solcher Vögel, die mit der Fähigkeit begabt sind, außerordentlich schnell zu gehen, nicht nur stark, sondern auch lang und der Fuß vergleichungsweise klein; bei dem Kasuar (Fig. 204) und dem Strauß (Fig. 215), der

Fig. 215. Der Strauß (Struthio).

ebenso schnell läuft als ein Pferd, ist dieser Bau sehr merkwürdig, und kann auch sonstwo noch gesehen werden. Bei dem Adler (Fig. 214), dem Falken, dem Geier u. s. w., sind diese Organe ebenfalls stark, aber kurz, und die Zehen mit großen hakenförmigen und spitzen Krallen bewaffnet, womit diese Vögel ihre Beute ergreifen und sie entweder gleich auf dem Platze zerreißen oder mit sich forttragen; bei denjenigen Vögeln, in deren Bestimmung es liegt, daß sie an den Ufern der Gewässer leben, und darin herumwaden, um die Würmer und Fische, die ihre Hauptnahrung bilden, aufzusuchen, sind die Beine dünne, außerordentlich lange und bis über das Knie hinauf nackt (Fig. 216); dieser Bau ist für eine solche Lebensweise sehr günstig und hat den Strandvögeln den Namen Stelzenläufer gegeben; bei solchen Vögeln endlich, die in einem tieferen Wasser zu leben haben, sind die Füße durch Hinzufügung einer Haut, die sich zwischen den Zehen ausdehnt, ohne jedoch dieselben an ihrer Ausbreitung zu verhindern, gleichsam in Flossen umgewandelt: auf diese Weise sind die Füße der Enten (Fig. 217), der Schwäne und einer großen Anzahl anderer Wasservögel gebaut.

Fig. 217. Die Trauerente (Anas nigra).

§. 434. Der Gefühlssinn ist bei den Vögeln nur wenig entwickelt; die Federn, die die ganze Oberfläche des Leibes bedecken, setzen der Aeußerung dieses Sinnes große Hindernisse entgegen, und auch die Bildungsweise der Greiforgane ist ungünstig. Der Geschmack ist mehr oder weniger abgestumpft; die Zunge (Fig. 230) gewöhnlich knorpelig und der Nervenpapillen beraubt;

auch scheinen diese Thiere fast immer ihre Speise zu verschlucken, ohne sie zuvor zu schmecken. Vollkommener ist der Geruchsapparat, ohne jedoch die ganze Entwicklung darzubieten, die man bei den Säugethieren findet. Die Nasenhöhlen liegen auf der Basis des Oberkiefers (Fig. 206) und stehen in keiner Verbindung mit den Stirnhöhlen; ihre Oberfläche ist mit einer sehr gefäßreichen Schleimhaut ausgekleidet und noch durch drei Knorpelstückchen (oder Nasenmuschel) vergrößert, die um sich selbst gewunden und an der Scheidewand der Nasenhöhlen liegen. Die hinteren Nasenlöcher vereinigen sich in der Mitte der Gaumenwölbung zur Bildung einer Längenspalte. Die Fleischfresser, besonders solche, die vom Aas leben, besitzen einen entwickelteren Geruchsapparat als die Körnerfresser und Insektenfresser; auch verfehlen die meisten Raubvögel, daß bei den ersteren die Feinheit dieses Sinnes so groß sei, daß dieselben ihre Beute selbst in sehr großen Entfernungen entdecken können. Aber die Versuche einiger Gelehrten suchen darzuthun, daß der Geruch dieser Thiere beinahe Null, und daß das Gesicht fast ihr einziger Führer sei.

Der Gehörapparat ist weniger zusammengesetzt, als bei den Säugethieren; das knorplich-häutige Ohr (auricula) fehlt, und der äußere Gehörgang besteht eigentlich nur in einer zwischen dem Quadratbein und einem Vorsprung des Hinterhauptbeins gelegenen häutigen Röhre.

Dingegen scheint hier der Gesichtsapparat vollkommener als bei der vorhergehenden Klasse ausgebildet zu sein; die Augen sind vergleichungsweise mit dem Volumen des Kopfes größer, auch finden sich neue Theile daran. Die Netzhaut ist sehr dick, und eine fächerförmige oder nach Art eines Gefäßbeutels gefaltete schwarze Haut, welche sich nach der Krystallinse hin ausdehnt, tritt aus derselben; über die Natur dieses Anhanges, des sogenannten Kammes, sind die Physiologen noch nicht einig: die einen sagen, er gehöre zu der Gefäßhaut (tunica choroidea), während ihn die andern für eine Nervenverlängerung halten, die dazu bestimmt sei, die Ausdehnung der Sehoberfläche zu vergrößern. Die Pupille ist immer rund, die Iris sehr contractil, die Hornhaut (tunica cornea) groß und conver, und die undurchsichtige Hornhaut (tunica sclerotica, s. cornea opaca) vornen durch einen in ihrem Innern liegenden Kreis von Knochenplättchen verstärkt. Der Augenlidsapparat besteht aus zwei horizontalen Augenlidern, wovon die untere größer und beweglicher als die obere ist, und aus einem dritten vertikalen und halbdurchsichtigen, welches den innern Augenwinkel einnimmt und die ganze Oberfläche dieses Organes verdecken kann. Es sind immer Thränendrüsen vorhanden.

Bei einigen Vögeln ist das Gesichtsfeld außerordentlich groß. Man kennt Vögel, die von einer solchen Höhe herab, daß wir sie ungeachtet ihrer Größe kaum wahrnehmen, die kleinen Thiere, wovon sie sich ernähren, deutlich unterscheiden und auf diese entfernte Beute mit der größten Sicherheit herabstürzen. Bei ihnen ist die Krystallinse weit weniger gewölbt und auch nicht so dick als bei solchen Vögeln, die sich nur wenig von der Erdoberfläche entfernen, und es scheint, daß sich das Auge für diese großen Unterschiede im Gesichtsfelde mittelst der Contractionen seiner bewegenden Muskeln geeignet machen kann, welche letztere, indem sie auf den Knochenring der tunica sclerotica wirken, auf die Feuchtigkeiten, womit das Organ angefüllt ist, drücken; zugleich auch die große Spannung der Hornhaut bewirken, und daher deren Krümmung vergrößern, wenn es in dem Bedürfniß des Thieres liegt, momentan beinahe kurzsichtig zu werden, um sehr nahe Gegenstände deutlich zu unterscheiden.

Das Nervensystem, das den Funktionen vorsteht, deren Organe wir bereits betrachtet haben, zeigt gleichfalls in seiner Struktur merkwürdige Partikularitäten. Das Gehirn ist hier weniger als bei den Säugethieren entwickelt; die beiden Halbkugeln (Fig. 218, c) sind auch hier noch die massenreichsten Theile, zeigen aber keine Windungen und sind auf keine so vollständige Weise mit einander verbunden, denn es fehlt bei dieser Thierklasse die große Commissur, die wir schon früher mit dem Namen Balken (corpus callosum) bezeichneten. Dagegen entwickeln sich hier die Sehhügel (o), die bei den Säugethieren klein sind und zwischen dem großen und kleinen Gehirn versteckt bleiben, in einem bedeutenden Grade und zeigen sich unbedeckt hinten und außerhalb der Hirnlappen; auch sind sie wie die Hirnlappen hohl, anstatt ausgefüllt. Die Oberfläche des kleinen Gehirns (v) ist in die Quere durch parallele und convergirende Furchen durchzogen; es ist beinahe ganz aus dem mittleren Lappen gebildet, welcher bei den Säugethieren im Vergleich zu den Seitenlappen oder Seitenhälften (oder Halbkugeln des kleinen Gehirns) klein ist, die hier in einem mehr oder weniger rudimentaren Zustand bleiben, besonders bei Vögeln mit schlechtem Fluge; was die ringförmige Erhabenheit oder die sogenannte Varolsbrücke, die bei der vorhergehenden Klasse die beiden Halbkugeln des kleinen Gehirns vereinigt, indem sie sich um das verlängerte Rückenmark zieht, betrifft, so fehlt sie hier, sowie auch bei den Reptilien und Fischen. Das Rückenmark der Vögel ist gewöhnlich sehr lang, und zeigt zwei Anschwellungen, die dem Ursprung der Flügel- und Fußnerven entsprechen: bei solchen Vögeln, die am besten fliegen, ist die obere Anschwellung entwickelter als die untere, bei solchen dagegen, die sich mehr ihrer Füße, als ihrer Flügel bedienen, zeigt sich ein umgekehrtes Verhältniß.

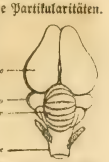


Fig. 218. Das Gehirn des Straußes.

§. 435. Die Ernährungsweise der Vögel ist sehr verschiedenartig: die einen nähren sich ausschließlich von Körnern, andere von Insekten, andere von Fischen und noch andere von lebenden Säugethieren und Vögeln; endlich gibt es auch solche, die nur sinkendes Aas verzehren. Zuweilen dienen ihnen die Füße zum Ergreifen der Nahrungsstoffe, aber immer bleibt der Schnabel das zu diesem Gebrauch angewandte Hauptorgan; seine Form ändert sich je nach der Beschaffenheit der Nahrung und je nach dem mehr oder weniger räuberischen Charakter dieser Thiere ab, gibt aber dem Zoologen vortreffliche Charaktere für die Classification an die Hand. Ein festes und mehr oder weniger hartes Horn überkleidet es von außen und macht seinen Rand schneidend, ist aber niemals mit eigentlichen Zähnen bewaffnet; daher ist das Kauen sehr unvollkommen und in der Regel null. Bei Vögeln, die sich vom Fleisch zu nähren haben und ihre Beute erst zerreißen müssen, z. B. bei den Falken (Fig. 220), den Adlern (Fig. 214), den Geiern (Fig. 222) ist der Oberkiefer sehr kurz und stark, am Ende gekrümmt und scharf zugespitzt; zuweilen ist selbst sein Rand mehr oder weniger gezähnelt, wodurch er eine um so wirksamere Waffe wird; man kann daher aus dem Grade der an dem Schnabel bemerkbaren verschiedenen

Fig. 219. Ein Milan (Milvus).

Fig. 220. Der Kopf eines Falken.

Charaktere die mehr oder weniger grausamen Gewohnheiten dieser Thiere erkennen. So hat unter allen Raubvögeln der Falke (Fig. 220) den krümmsten, den kürzesten, den am meisten gezähnelten und im Verhältniß zu seiner Körpergröße den stärksten Schnabel: er ist aber auch der beherztefte Jäger, während der Milan, Milvus (Fig. 219), welcher sich von dem Falken bloß durch einen schwächeren, weniger krummen und am Rande nicht gezähnelten Schnabel, sowie durch seine weniger starke Krallen unterscheidet, von Natur feigherzig ist; der Geier (Fig. 222), der einen noch längeren und daher auch weniger starken Schnabel hat, greift selbst keine lebenden Thiere an, sondern nährt sich bloß vom Aas. Die Seevögel, die sich von dem Fleisch solcher Fische ernähren, welche allzu groß sind, um auf einmal verschluckt werden zu können,

Fig. 221.

sind gleichfalls hinsichtlich ihres dicken und am Ende gekrümmten Schnabels (Fig. 221) bezeichnend. Dieses Organ ist jedoch weit länger als bei den Raubvögeln, und daher auch weniger kräftig. Wenn die Fischfresser bloß Fische oder Reptilien suchen, die klein genug sind, um mit Leichtigkeit gefangen und verschlungen zu werden, so wird der Schnabel gerade, verlängert sich noch mehr und gleicht einer Zange mit langen Armen; die Marin-pêcheurs (Fig. 226), die Störche (Fig. 223) u. s. w., bieten

Fig. 222. Der weißköpfige Geier (Voltur fulvus).

uns davon Beispiele dar. Die von Insekten, Würmern, Körnern oder Früchten lebenden Vögel zeigen nichts Aehnliches: die erfteren haben in der Regel einen sehr dünnen, langen und geraden oder nur schwach gebogenen Schnabel (Fig. 224); jedoch nur in dem Falle, daß sie die zu ihrer Nahrung dienenden Insekten

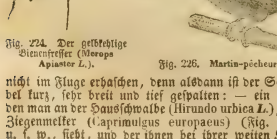


Fig. 224. Der gestreifte Bienenfresser (Merops Apiaster L.).

Fig. 226. Marin-pêcheur.

nicht im Fluge erhaschen, denn alsdann ist der Schnabel kurz, sehr breit und tief gespalten: — ein Bau, den man an der Hausschwalbe (Hirundo urbica L.), dem Ziegenmelker (Caprimulgus europaeus) (Fig. 225) u. s. w., sieht, und der ihnen bei ihrer weiten Kehle ein leichtes Verschlucken ihrer Beute gestattet. Da-

Fig. 223. Der Marabu oder Riesenstorch (Ciconia Marabu Temm.).

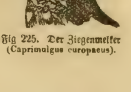


Fig. 225. Der Ziegenmelker (Caprimulgus europaeus).

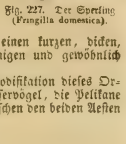


Fig. 227. Der Sperling (Fringilla domestica).

gegen haben die Körnerfresser einen kurzen, dicken, oben gewölbten oder kegelförmigen und gewöhnlich geraden Schnabel (Fig. 227).

Eine noch merkwürdigere Modifikation dieses Organes ist uns durch gewisse Wasservögel, die Pelikane (Fig. 228), dargeboten, die zwischen den beiden Aesten

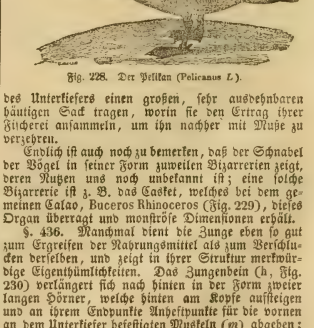


Fig. 228. Der Pelikan (Pelicanus L.).

des Unterkiefers einen großen, sehr ausdehnbaren häutigen Sack tragen, worin sie den Ertrag ihrer Fischerei ansammeln, um ihn nachher mit Muße zu verzehren.

Endlich ist auch noch zu bemerken, daß der Schnabel der Vögel in seiner Form zuweilen Bizarrerien zeigt, deren Nutzen uns noch unbekannt ist; eine solche Bizarrerie ist z. B. das Casket, welches bei dem gemeinen Calao, Buceros Rhinoceros (Fig. 229), dieses Organ überragt und monströse Dimensionen erhält.

§. 436. Manchmal dient die Zunge eben so gut zum Ergreifen der Nahrungsmittel als zum Verschlucken derselben, und zeigt in ihrer Struktur merkwürdige Eigenthümlichkeiten. Das Zungenbein (h, Fig. 230) verlängert sich nach hinten in der Form zweier langen Hörner, welche hinten am Kopfe aufsteigen und an ihrem Endpunkte Anheftpunkte für die vornen an dem Unterkiefer befestigten Muskeln (m) abgeben; wenn sich diese Muskeln zusammenziehen, so ziehen sie diese Art Hörner nach unten und vorwärts, und stoßen daher die Zunge zum Mund hinaus. Dieser

Fig. 229. Der Calao (Buceros Rhinoceros).

Fig. 230. *

Mechanismus ist besonders bei den Spechten (Fig 231)

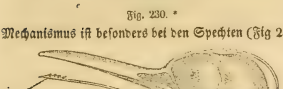


Fig. 231. Das Kopfskelet eines Spechts.

und einigen andern Vögeln interessant, die ihre Zunge mit einer außerordentlichen Schnelligkeit und auf beträchtliche Distanzen hinaus nach den zu ihrer Nahrung dienenden Insekten schleudern. Dieses Organ zeigt auch in seiner Form wichtige Unterschiede. Bei den Papageien, die bis auf einen gewissen Grad ihre Nahrung kauen, ist die Zunge dick und fleischig, bei den Raubvögeln breit und ziemlich weich, bei den meisten Körnerfressern (Fig. 230) trocken, triangulär und an ihrer Basis mit kleinen Knochenpunkten bedeckt; bei gewissen Insektenfressern endlich ist ihre Spitze mit Haken oder kleinen Zähnchen bewaffnet.

Die Speicheldrüsen liegen unter der Zunge und bestehen in Anhäufungen kleiner runder Drüsenbläschen. Gewöhnlich ist der Speichel dick; manchmal ganz klebrig.

§. 437. Der Schlundkopf ist nicht wie bei den Säugethieren von dem Munde durch ein bewegliches Segel geschieden, und zeigt auch überhaupt nichts dem Aehnliches. An dem unteren Theile des Halses steht die Speiseröhre (Fig. 232) mit einem ersten Verdauungsorgane, dem sogenannten Kropf (ingluvies, proventriculus), dessen Wände häutig sind, in Verbindung. In diesem ersten Magen, dessen Form und Größe sich manchfach abändert, halten sich die Speisen eine Zeitlang auf. Er ist bei den Körnerfressern

* Die Zunge, der Luftröhrenspalt, u. s. w. — *l* die Zunge; — *k* das Zungenbein; — *m* die Zungenbeinmuskeln; — *p* der Schlundkopf; — *g* der Luftröhrenspalt; *t* die Luftröhre; — *e* die Speiseröhre.

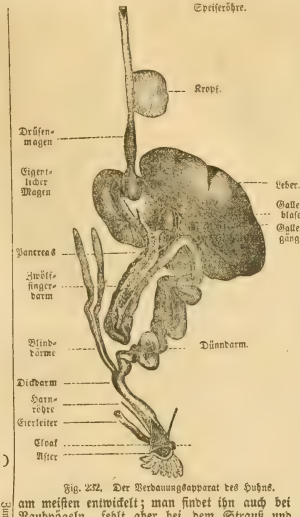


Fig. 232. Der Verdauungsapparat des Huhns.

am meisten entwickelt; man findet ihn auch bei den Raubvögeln, fehlt aber bei dem Strauß und den meisten Fischfressern. Unterhalb dieses Verdauungsorganes verengt sich die Speiseröhre von Neuem, und zeigt in einiger Entfernung den Vor- oder Drüsenmagen (proventriculus, echinus, cavitas cartiaca), dessen innere Oberfläche mit zahlreichen kleine Poren bedeckt ist, die mit dem zur Absonderung des Magensaftes bestimmten kleinen Drüsen in Verbindung stehen; gewöhnlich ist das Volumen dieses zweiten Magens unbedeutend, ist aber bei solchen Vögeln, wo der Kropf fehlt, weit größer als gewöhnlich, und scheint alsdann die Stelle desselben zu vertreten. Endlich mündet sich dieser Vormagen unten in einen dritten Magen, den eigentlichen Magen, wo die Chymusbildung vollendet wird; seine Capacität zeigt bedeutende Abänderungen; doch besonders wichtig sind die Unterschiede hinsichtlich seines Baues. Bei Vögeln, die sich einzig und allein von Fleisch nähren, sind die Wandungen des Magens dünne und häutig; bei solchen aber, die härtere und schwer verdauliche Nahrungsstoffe verschlucken, ist er mit starken, Zerdrücken und Zermalmen derselben bestimmten Muskeln versehen. Bei den Körnerfressern ist dieses Organ am muskelreichsten; die Dicke seiner fleischigen Wände ist hier am beträchtlichsten und seine innere Oberfläche mit einer Art fast knorpeliger Epidermis ausgekleidet; seine Wirkung ist außerordentlich; bei dem Strauß z. B. hat man die härtesten Substanzen durch seine Contractionen sich in Brei verwandeln sehen; daher vertritt er hier auch in der That die Stelle des Kauapparates.

Der auf diese Mägen folgende Darmkanal ist weit weniger lang als bei den meisten Säugethieren, aber gleichfalls aus zwei Theilen, nämlich dem Dünndarm und dem Dickdarm, zusammengesetzt. Nachdem der Dünndarm eine erste Schleife gebildet hat, windet

er sich vielfach; der Dickdarm ist nur wenig von ihm verschieden und nicht aufgetrieben, unterscheidet sich aber in der Regel leicht dadurch von dem ersteren, daß in ihrem Vereinigungspunkte zwei röhrenförmige Anhänge vorhanden sind, die in einen Blindsack auslaufen und Blinddärme genannt werden. Diese Anhänge fehlen entweder oder sind sie wenigstens sehr klein bei den meisten Raubvögeln, sind aber gewöhnlich lang und ziemlich dick bei den Körner- und den Allesfressern.

Die Leber ist sehr groß und füllt sowohl einen großen Theil der Brusthöhle als des Unterleibes aus; denn diese beiden Höhlen sind nicht von einander geschieden, da das Zwerchfell auf ein Rudiment zurückgeführt ist. Diese Drüse ist beinahe in zwei gleiche Lappen getheilt, und gibt in der Regel zweien Lebergängen die Entstehung, welche nach ihrer Vereinigung in den Darmkanal einmünden. Es ist fast immer eine Gallenblase vorhanden, welche nur einen Theil der Galle aufnimmt und dieselbe in den Darmkanal durch einen besondern Kanal leitet. In der ersteren Schleife des Dünndarms liegt das Pancreas, das gewöhnlich lang, enge und mehr oder weniger getheilt ist.

Die Milz — ein Organ, dessen Anwendungen man eigentlich noch nicht kennt, ist klein. Dagegen sind die den Urin absondernden Nieren sehr voluminös und unregelmäßig geformt; sie liegen hinter dem Peritonäum in mehreren kleinen Gruben des oberen Beckentheils, und zeigen nicht, wie bei den Säugethieren, eine deutliche Rindensubstanz. Die Harnleiter, so wie auch die Eierleiter münden nahe an dem After in einen erweiterten Theil des Mastdarms, den sogenannten Cloak ein (Fig. 232); es ist keine Harnblase vorhanden, und der Urin entleert sich mit den Excrementen. Diese Flüssigkeit ist, wie wir bereits gesagt haben, fast ganz aus Harnsäure zusammengesetzt, die sehr wenig löslich ist und die durch Verdrocknung eine weißliche Masse bildet.

§. 438. Die ernährenden Produkte der Verdauung gehen von dem Darmkanal aus in den Circulationsstrom vermittelst der lymphatischen Gefäße über, welche durch ihre Vereinigung zwei Brustgänge bilden; diese Kanäle öffnen sich in den Drosseladern zu jeder Seite der Basis des Halses.

§. 439. Das Blut der Vögel ist reicher an Blutkügelchen als das der Säugethiere; anstatt daß aber diese Körperchen kreisrund sind, sind sie elliptisch (Fig. 28). Die Circulationsweise dieser Flüssigkeit bietet nichts Eigenthümliches dar, auch ist ihr Verlauf der nämliche, wie bei den Säugethieren. Denn das Blut begibt sich in der That von der linken Herzkammer zu den Arterien, in deren Bestimmung es liegt, dasselbe in alle Organe zu bringen, und kommt wieder in den rechten Vorhof des Herzens zurück; steigt sodann in die rechte Herzkammer hinab, welche es durch die Vermittlung der Lungenarterien an die Lungen sendet; kommt von Neuem zum Herzen zurück und strömt in den linken Vorhof des Herzens hinab und vollendet endlich den Kreislauf durch den Eintritt in die linke Herzkammer, von wo wir es hatten abgehen sehen (Fig. 37). Das Herz hat die gleiche Form, den gleichen Bau, die gleiche Lage und die gleichen Hüllen, wie bei den Säugethieren; die Wände der linken Herzkammer sind außerordentlich dick, die rechte Kammer hüllt die linke rechts und unten ein, ohne sich bis zur Spitze dieses Organs zu verlängern; die Vorkammern zeigen außen keinen besondern Anhang. Die Aorta theilt sich von ihrem Ursprung an in drei große Aeste (Fig. 233), wovon die zwei ersteren das Blut zum Kopf, zu den Flügeln und den Brustmuskeln führen: der dritte krümmt sich abwärts um den rechten Luftröhrenast und bildet die absteigende Aorta. Es sind zwar auch einige Eigenthümlichkeiten in der

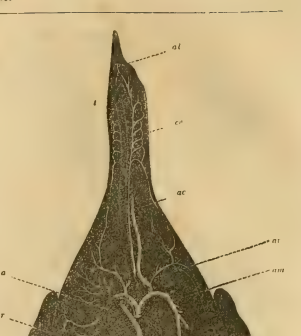


Fig. 233. Das arterielle System eines Vogels.*

Verbreitungsweise der Arterien vorhanden, sie sind jedoch von wenig Bedeutung, und bloß das ist bemerkenswerth, daß diese Gefäße in verschiedenen Punkten des Körpers merkwürdige Geflechte oder Gewebe bilden, indem sie unter einander häufig anastomosiren. Das Venensystem endigt sich in drei dicken Stämmen, wovon der eine der untern Hohlvene der Säugethiere entspricht und die beiden andern beinahe mit den beiden Schlüsselbeinvenen analog sind, die sich nicht zur Bildung eines gemeinsamen Kanals (oder einer obern Hohlvene), wie bei den Säugethieren, vereinigen.

§. 440. Der Respirationsapparat bietet wichtigere Partikularitäten dar, als der Circulationsapparat. Die Lungen stehen, wie wir bereits gesagt haben, mit großen Zellen des Zellgewebes in Verbindung und führen auf diese Weise Luft in alle Leibestheile ein, so daß die Respiration gleichsam eine doppelte ist, da das Venenblut sich eben sowohl in Berührung mit dem Sauerstoff befindet, wenn es durch die Capillargefäße aller Organe geht, als wenn es durch die Lungen-Capillargefäße strömt.

Die Lungen sind nicht, wie bei den Säugethieren, in Lappen getheilt, und füllen bei weitem nicht die Brusthöhle aus, sie sind an die Rippen geheftet und zeigen an ihrer untern Fläche mehrere Oeffnungen (Fig. 234) die den Luftröhrenästen angehören, welche mitten durch sie hindurch gehen und die dazu dienen,

* Arterien des Haubentauchers (Podiceps cristatus) — a die Aorta; — am eine der großen Arterien, die aus der Krümmung der großen Schlagader entspringen, welche, nachdem sie die Carotide (ac) und die Schlüsselbeinarterie abgegeben hat, sich an die Brustmuskeln vertheilt und der Brustvaldader der Säugethiere entspricht; — an einer der Aeste der Wirbelarterie, der sich zu den Schultermuskeln begibt; — ce Arterienschlingen, gebildet aus Zweigen der äußeren Carotid; — al Lungenarterie; — t Luftröhrenarterie; — ar Nierenarterien; — af Schenkelarterien; — as Sitzbeinarterie, die zu den Hintergliedern läuft; — ai die Kreuzbeinarterie, welche auf die Aorta folgt und der untern Gekrösarterie u. s. w. den Ursprung gibt; — el der Cloak.

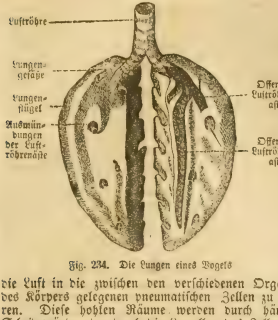


Fig. 234. Die Lungen eines Vogels

die Luft in die zwischen den verschiedenen Organen des Körpers gelegenen pneumatischen Zellen zu führen. Diese hohlen Räume werden durch häutige Scheidewände oder durch die Lamellen des Zellgewebes gebildet und stehen mit einander in Verbindung; in den Rumpfe bemerkt man solche, die sehr beträchtliche Ausdehnung haben und noch andere, die sich gegen den Kopf hin und zwischen den Muskeln der Gliedmaßen fortsetzen: auf diese Weise breitet sich die Luft in allen Theilen des Körpers aus und dringt gewöhnlich in die Knochensubstanz ein.

Die Untersuchung der Luftzellen bei verschiedenen Thieren zeigt, daß die an die verschiedenen Körpertheile vertheilte Luftmenge, bei übrigens lauter gleichen Umständen, im Verhältniß zu der Energie und der Dauer der Bewegungen des Thieres steht: so dringt z. B. dieses Fluidum bei den Arkern, den Sperbern und andern starken Seglern in alle Knochen ein, während sie bei solchen, die nicht zu fliegen vermögen und nur langsam marschiren, wie z. B. die Pinguine u. s. w., von dem größten Theil oder selbst von der Totalität des Skelets ausgeschlossen ist. In der Regel findet sich die Luft in größerem Reichthume in den Knochen der am häufigsten zur Ortsbewegung angewandten Gliedmaßen: bei dem Strauß z. B. zeigen die Luftzellen des Oberschenkels eine merkwürdige Entwicklung.

Die Vögel haben unter allen Thieren die lebhafteste Respiration, sie verzehren verhältnißmäßig mehr Sauerstoff als die Säugethiere und widerstehen weniger lange der Asphyxie. Auch sind sie diejenigen Thiere, die am meisten Wärme entwickeln, die Temperatur ihres Körpers steigt bis auf 41°, 42°, 43° und selbst 44° des hunderttheiligen Thermometers; auch sind ihnen die Federn, womit sie bedeckt sind, sehr nützlich, um die Abkühlung zu verhindern, wenn sie sich in der Atmosphäre auf beträchtliche Höhen erheben.

§. 441. Gerade wie bei den Säugethieren, so gehört auch hier das Stimmorgan zum Respirationsapparate. Der obere Kehlkopf hat einen sehr einfachen Bau und dient nur wenig oder gar nicht zur Erzeugung der Töne. Seine Oeffnung hat die Form einer Spalte (c, Fig. 230), deren Ränder sich weder ausdehnen, noch zusammenziehen können; und es finden sich weder Kehlkopfstaschen, noch Stimmritzenbänder, noch ein Kehlkopfdeckel. Aber am untern Ende der Luftröhre besteht ein zweiter Kehlkopf mit einer sehr merkwürdigen Einrichtung und einem um so zusammengesetzteren Bau, je besser der Vogel seinen Gesang modulirt. Bei den Singvögeln ist dieser kleine Apparat aus einer Art knöchernen Trommel (Fig. 235, l) zusammengesetzt, deren Inneres unten durch ein gleichartiges Querstück getheilt ist, das von einer dünnen halbmondförmigen Haut (c, Fig. 236) überragt wird. Diese Pauke steht unten mit zwei Lippen oder Stimmbändern versehen ist; endlich strecken sich Muskeln, deren Zahl je nach den Arten variirt, zwischen den verschiedenen Ringen, wovon sich diese Theile zusammensetzen, aus, und bewegen sie so, daß die daran gehefteten Häute mehr oder weniger stark angespannt werden. Bei solchen Vögeln, die der Fähigkeit beraubt sind, die Töne auf eine mannigfaltige Weise zu modulıren, fehlt die obenerwähnte häutige Scheidewand; und bei denjenigen, die nicht singfähig sind, besteben auch keine besonderen Muskeln für den untern Kehlkopf, und der Zustand der Stimmritze kann nur durch solche modificirt werden, die die Luftröhre heben oder beugen.

Fig. 235. *

Fig. 236. **

§. 442. Die Vögel sind Eierleger und haben nicht, wie die Thiere der vorhergehenden Klasse, Brüste zum Säugen ihrer Jungen. Die Dauer der Brutzeit (oder der Zeit welche der junge Vogel braucht, um sich im Innern des Eies zu entwickeln) ändert sich bei den verschiedenen Arten der Vögel ab, ist aber beinahe für eine jede constant; für den Kolibri, (Trochilus), das kleinste Thier dieser Klasse, beträgt sie bloß 12 Tage; für die Kanarienvögel (Fringilla canaria), die wir zu Haus aufziehen, dauert sie 15 bis 18 Tage, 21 für die Hühner, 25 für die Enten, und 40 bis 45 für die Schwäne. Zu diesem Phänomen ist ein gewisser Wärmegrad erforderlich. Zwar reicht die Sonnenwärme hin, um die Eier einiger den Tropenländern angehörigen Vögel auszubrüten; allein in der Regel geschieht das Ausbrüten durch die Vögel selbst: um die Eier in einer geeigneten Temperatur zu erhalten, bedeckt sie die Mutter mit ihrem Leibe und legt sie in einem zu ihrem Schutze gegen Wind und Regen geeigneten Nest nieder.

Es gibt einige Vögel, die zu diesem Zwecke weiter nichts thun, als daß sie ein abgerundetes Loch in die Erde oder in den Sand graben; die meisten Vögel aber wenden zum Baue dieser Art Wiege eine merkwürdige Geschicklichkeit und Kunst an. Eine nicht weniger merkwürdige Sache ist es um die Regelmäßigkeit, womit alle aufeinander folgenden Generationen die gleichen Arbeiten ausführen und ganz genau die nämlichen Nester bauen, selbst auch in dem Falle,

* Der untere Kehlkopf einer Krähe (Corvus corone); — *t* Luftröhre; — *t'* die durch das untere Ende der Luftröhre gebildete Trommel; — *l* mittleres Beinchen der Luftröhre; — *b'* erster Bogen der Luftröhrenäste, der von dem dritten Knöchelchen des Kehlkopfes durch einen häutigen Raum getrennt ist; — *b* Luftröhrenäste; — *m* Muskeln des Kehlkopfs: diese Muskeln sind auf der entgegengesetzten Seite weggenommen worden; — *m'* Beugemuskeln der Luftröhre.

** Vorderster Schnitt des Kehlkopfes: — *t* der untere Theil der Luftröhre, die der Länge nach in zwei Hälften gespalten ist; — *c* die halbmondförmige Membrane, die über dem Vereinigungspunkte der beiden Stimmritzen liegt und an ein knöchernes Querstück (*o*) geheftet ist; — *n* ein Wulst, welchen die innere Lippe der rechten Stimmritze bildet; — *me* innere Seite des rechten Luftröhrenastes, gebildet durch eine paukenförmige Membrane; — *b* eine durch das Abschneiden eines Theils dieser Membran bloßgelegte Portion der Höhle des rechten Luftröhrenastes.

daß den Vögeln ihre Umstände niemals erlaubten, weder dieses zu sehen, noch sich von ihren Eltern darin unterrichten zu lassen; es ist ein bewunderungswürdiger Instinkt, der sie leitet und sie eine Menge Vorsichtsmaßregeln nehmen läßt, deren Nutzen sie nicht zum Voraus kennen. Gewöhnlich sind die Wandungen des Nestes aus kleinen biegsamen Stängelchen gebaut und zuweilen mit Erde, die diese Thiere vermittelst ihres klebrigen Speichels zu einem Brei erweichen, zusammengekittet; aber sowohl ihre Form als der Bau zeigen manche bedeutende Abänderungen, wie wir schon §. 328 zu sehen Gelegenheit hatten. Fast alle belegen das Innere mit weichen Stoffen, welche sie mit Sorgfalt zusammensuchen, oder selbst mit weichem Flaum, den sie aus ihrer Brust rupfen. Der weiche und leichte Stoff, der in unseren Haushaltungen unter dem Namen Eiderdunen verwendet wird, haben keinen andern Ursprung; er kommt von einer Entenart, dem sogenannten Eidervogel (Somateria) (Fig. 237), her, welcher die Inseln der Nordmeere bewohnt, und die Gewohnheit hat, sich auf diese Weise zu entblößen, um ein Nest mit dem aus seiner Brust und seinem Bauche gerupften Flaum zu belegen.

Fig. 237. Der Eidervogel. (Somateria).

Das Eierlegen findet gewöhnlich einmal, zuweilen auch zweimal des Jahres statt; im zahmen Zustand wird die Fruchtbarkeit noch größer. Die Zahl der Eier ist bei den kleinen Arten beträchtlicher als bei den großen; die Adler legen nur eines oder zwei; die Meise (Parus *L.*) und der gemeine Zaunkönig (Troglodytes punctatus *Bechst.*) 15 bis 20.

Die Beharrlichkeit, womit diese Vögel ihre Eier ausbrüten verdient in der That bemerkt zu werden; zuweilen theilen sich die beiden Eltern in diese Sorge; ein anderes Mal wacht das Männchen bloß über die Bedürfnisse des Weibchens, während dieses auf den Eiern sitzen bleibt; und bei andern Arten beschäftigt sich bloß das Weibchen mit dem Ausbrüten. Gewöhnlich verläßt es nur mit Bedauern und vom Hunger getrieben seine Jungen auf einige Augenblicke; und sind sie ausgeschlüpft, so treibt es sein mütterlicher Instinkt zur zärtlichsten Pflege an: es bedeckt dieselben mit seinen Flügeln, um sie vor Kälte zu bewahren, und trägt ihnen eine ausgewählte Nahrung herbei, welche es denselben in den Hals stopft, nachdem es diese zuvor halb verdaut hatte, um sie für ihren noch zarten Magen geeigneter zu machen. Auch sieht man, wie es ihre ersten Schritte leitet, sie im Gebrauche ihrer Flügel unterrichtet und wenn sie eine Gefahr bedroht, zu ihrer Rettung eben so viel Muth als Hingebung anwendet. Indessen gibt es auch einige Vögel, die ihre Eier in fremde Nester legen, um sie dort durch fremde Ernährerinnen ausbrüten zu lassen: ein solcher Vogel ist der gemeine Kukuk (Cuculus canorus *L.*), der seine Eier, eines um das andere, in die Nester der grauen Grasmücken (Sylvia hortensis), der Goldammern (Emberiza Citrinella *L.*), der Amseln (Turdus merula *L.*) oder irgend eines andern Insektenfressers legt, der die Gewohnheit hat, seine Jungen mit einer Nahrung aufzufüttern, die auch dem jungen Kukuk angemessen ist; und was merkwürdig ist, die Brutbenne wird für diese Eindringlinge eine zärtliche und unermüdliche Mutter, obgleich sie durch dieselben ihrer eigenen Jungen beraubt worden. Denn einigen Naturforschern zufolge, zerstören die alten Kukuke sorgfältig die Eier, die sie in demjenigen Neste finden, welchem sie die ihrigen anvertrauen; andere Beobachter aber versichern, daß der junge Kukuk es selbst über sich nehme, sie aus seiner Wohnung zu werfen oder die Jungen, deren Platz er usurpirt hat, sogleich nach ihrem Ausschlüpfen zum Neste hinauszustoßen. Der berühmte Jenner, ein englischer Arzt, dem man die Entdeckung der Schutzpockenimpfung verdankt, sagt uns, daß er häufig dieses Verfahren gesehen habe, womit der junge Kukuk sich seiner schwachen Kameraden entledige; dieser junge Kukuk schlüpft nämlich unter einen der kleinen Vögel, mit denen er das Nest theilt, und bald gelingt es ihm, denselben auf seinem Rücken zu haben, wo er ihn mit Hülfe seiner Flügel fest hält; alsdann schleppt er ihn rücklings nach dem Rand des Nests und wirft ihn darüber hinaus; hierauf fängt er dieses Manöver zum zweiten Male an, und so fort, bis er allein Herr seiner Wohnung geworden ist. Man kennt noch nicht recht die Ursache, welche die Kukuke bestimmt, auf diese Weise die Sorge der Brut andern Vögeln zu überlassen. Sie bleiben oft paarweise in der Nähe von dem Orte, wo sie die Eier niedergelegt haben; wenn alsdann ihre Jungen stark genug zum Ausfliegen sind, verlassen diese ihre ersten Versorger und verbinden sich mit ihren natürlichen Eltern, welche die Vollendung ihrer Erziehung über sich nehmen.

Der Instinkt, welcher den Vogel antreibt, seine Eier auszubrüten, ist gewöhnlich einer der mächtigsten; und dennoch ist dieser, in irgend einer Art blinde Impuls fähig, durch gewisse äußere Umstände bis zu einem gewissen Punkte modifizirt zu werden. So brüten z. B. die Strauße ihre Eier selbst aus, wenn sie ein gemäßigtes Klima bewohnen, überlassen aber das Ausbrüten derselben der Sonnenwärme, wenn sie unter der heißen Zone leben. Auch scheint es, daß oft mehrere dieser großen Vögel ihre Eier in einem und demselben Loch zusammen legen, und der Reihe nach abwechseln, diese auszubrüten.

§. 443. Die Sorgfalt, die die Vögel für ihre Jungen hegen, ist ein interessanter Gegenstand für die Beobachtung; aber ein noch eigenthümlicherer und daher noch merkwürdigerer Instinkt ist derjenige, der gewisse Arten veranlaßt, das Klima je nach den verschiedenen Jahreszeiten zu ändern, und zu bestimmten Zeiten des Jahres mehr oder weniger lange Reisen zu machen (siehe §. 325). So wandern einige Arten aus, entweder um der Kälte zu entfliehen, oder um eine weniger hohe Temparatur zu suchen, und ziehen entweder nach dem Süden oder nach dem Norden, um dort ihre Eier zu legen oder sich dort während der Mauserzeit aufzuhalten; andere ziehen in ein anderes Land, um sich die zu ihrem Unterhalt nöthigen Mittel leichter zu verschaffen: die meisten Insektenfresser gehören dieser; doch gibt es auch Vögel, die regelmäßige Reisen unternehmen, ohne dazu durch irgend eine sichtbare Ursache angetrieben zu werden, und ohne daß ihre Ortsveränderung irgend eine merkliche Veränderung in den Umständen, worin sie sich befinden, nach sich zu ziehen scheint. Uebrigens, welches auch der Umstand sei, welcher die periodische Wanderung den Vögeln selbst oder ihren Jungen nützlich macht, so ist es doch unzweifelhaft, daß er gewöhnlich nicht die bestimmende

Ursache davon ist; die Vögel empfinden zu gewissen Zeiten des Jahres das Bedürfniß, ihren Aufenthalt zu verändern, wie sie in andern Momenten den Drang in sich fühlen, sich ihr Nest zu bauen, ohne dazu durch eine Verstandesberechnung oder durch das Voraussehen der Vortheile, die sie davon haben werden, dazu veranlaßt zu werden. Es ist blinder Instinkt, der sie gewöhnlich treibt und der sich zuweilen unabhängig von Allem entwickelt, was auf das Wohl des Thieres momentan influiren könnte. Man hat z. B. bei gewissen Versuchen, die man an einigen Zugvögeln unserer Länder angestellt hat, dieses Bedürfniß zu der gewöhnlichen Epoche sich mit Gewalt äußern sehen, wie sehr man auch für die Unterhaltung einer constanten Temperatur um diese Thiere herum und für eine taugliche Nahrung Sorge trug, und welche Vorsicht man auch anwandte, junge Individuen zu wählen, die noch nicht die Gewohnheit der Auswanderungen haben konnten. Wenn sie ein anderes Klima aufsuchen, so warten sie mit ihrer Abreise nicht so lange, bis ihnen die Kälte unerträglich geworden ist, auch werden sie nicht allmählig durch das Einschreiten des Winters nach dem Süden getrieben; vielmehr kommen sie der kalten Jahreszeit zuvor und gehen an ihren Bestimmungsort ab ohne langes Hin- und Herzögern, und setzen ihren Weg beinahe ohne Unterbrechung fort; oft sieht man sie im Frühjahr wiederkommen, wenn die Temperatur noch unter derjenigen steht, bei welcher sie ihre Abreise angetreten haben; und was gewisse Arten betrifft, so treffen die Auswanderungen, wie wiederholen es, mit keinem sichtbaren äußerlichen Umstand zusammen. Dieses Phänomen ist daher unerklärbar.

Ferners darf man aus dem Umstande, daß die Wanderungen von einem instinktmäßigen und blinden Impuls abhängen, noch nicht den Schluß ziehen, daß die äußeren Umstände ohne Einfluß auf die Entwicklung des Bedürfnisses sei, welches die Zugvögel fühlen, den Aufenthalt zu verändern; man bemerkt im Gegentheil, daß diese Erscheinung gewöhnlich mit atmosphärischen Veränderungen übereinstimmt, und daß der Augenblick der Ankunft oder Abreise häufig vorgerückt oder verspätet wird, je nachdem sich die kalte Jahreszeit mehr oder weniger verlängert.

Die Zeit, wo die Zugvögel in unsern Ländern ankommen, oder diese verlassen, ändert sich je nach den verschiedenen Arten ab; solche, die den nördlichsten Gegenden Europa's angehören, kommen zu uns am Ende des Herbstes oder am Anfange des Frühjahrs, und kehren, die Wärme fliehend, wie sie dem Uebermaß der Kälte entfloh'n sind, in den ersten schönen Tagen nach dem Norden zurück, um dort ihre Eier zu legen; gewisse andere Vögel, die immer in unseren Gegenden zur Welt kommen, und daher als wesentlich einheimisch betrachtet werden müssen, verlassen uns im Herbste, und erscheinen wieder bei uns, nachdem sie den Winter in warmen Klimaten zugebracht hatten, oder wandern sie in die nördlichen Gegenden aus, um im Gegentheil der gemäßigten Wärme unseres Sommers auszuweichen; wiederum gibt es andere, die mittäglichen Ländern angehören und nach nördlicheren Gegenden ziehen, um dadurch der drückenden Sonnenhitze des Sommers zu entgehen, und die bei uns in der Mitte der schönen Jahreszeit ankommen. Endlich gibt es auch noch solche, die sich niemals in unsern Gegenden aufhalten, sondern bei ihren jährlichen Wanderungen bloß hindurchziehen. Die Zeit der Ankunft und der Abreise dieser Wandervögel ist gewöhnlich für jede Art sehr genau bestimmt, auch hat uns die Erfahrung gelehrt, daß in gewissen Gegenden die Jäger auf die Ankunft dieser oder jener Vögel wie auf eine Rente rechnen können, deren Termine an einem festgesetzten Tage verfallen. Jedoch macht dabei das Alter einigen Unterschied: man sieht in der Regel die Jungen einige Zeit nach den Erwachsenen sich auf den Weg begeben. Dies scheint von dem Umstand herzurühren, daß die Mauser bei ihnen später als bei jenen stattfindet und sie deßhalb noch nicht von dieser Art Krankheit, welche diese Erscheinung begleitet, in dem Moment hergestellt sind, wo sich die Erwachsenen schon in den Stand gesetzt sehen, die Beschwerden der Reise zu ertragen.

§. 444. Eine andere, nicht weniger interessante Thatsache in der Geschichte der Vögel ist das Vermögen, womit sich diese Thiere in einem unbekannten Lande orientiren und auf ungeheure Entfernungen den Weg wieder erkennen, den sie zum Aufsinden ihres Nestes zu verfolgen haben. Die nordamerikanischen Wandertauben (Columba migratoria *L.*) haben uns von diesem Instinkte oder diesem dem Menschen unbegreiflichen Sinne bereits ein merkwürdiges Beispiel geliefert (§. 339); aber auch die Hausschwalben können uns hier als Beispiele dienen. Diese kleinen Vögel unternehmen, wie bereits erwähnt (§. 325), sehr weite Reisen, und dennoch wissen sie im folgenden Frühjahre, durch einen besonderen Instinkt geleitet, den Ort wieder zu finden, wo sie schon genistet hatten, und wohin sie stets wieder zurückkommen. Man hat sich von dieser Thatsache versichert, indem man an die Füße mehrerer Schwalben kleine Seidenfäden band, um dadurch ihre Identität zu beweisen. Sie bauen ihr Nest in der Nähe desjenigen, wo sie geboren worden; die Rauchschwalbe (Hirundo rustica *L.*) baut das übrige jedes Jahr über das Nest des vorigen Jahres, dagegen läßt sich die Hausschwalbe (Hirundo urbica *L.*) in demjenigen nieder, das sie den Herbst zuvor verlassen hatte. Spallanzani, ein berühmter italienischer Physiologe des vorigen Jahrhunderts, hat 18 Jahre hindurch jedes Jahr die gleichen Paare wieder in ihre alten Nester zurückkommen sehen, fast ohne daß sie sich mit der Ausbefferung derselben beschäftigt hatten. Auch bei andern Gelegenheiten zeigen die Schwalben jene Eigenthümlichkeit, ihre Richtung nach einem bestimmten Orte zu nehmen, von dem sie sehr weit entfernt sind; denn wenn man eine in einen Käfig eingeschlossene Brut hene weit fort transportirt und man ihr alsdann wieder die Freiheit gibt, so erhebt sie sich zuerst sehr hoch, als ob sie sich in der Gegend orientiren wollte, richtet sich dann in gerader Linie nach der Stelle hin, wo sie ihre junge Familie zurückgelassen hat. Diesen Versuch hat Spallanzani zu wiederholten Malen mit Erfolg gemacht, und ein Paar Uferschwalben (Hirundo riparia *L.*), das er nach Milano transportirt hatte, sich in dreizehn Minuten nach seinen zu Pavia zurückgelassenen Jungen begeben sehen.

§. 445. Der Instinkt der Geselligkeit ist bei gewissen Vögeln gleichfalls sehr entwickelt: wir hatten bereits Gelegenheit, von der Art und Weise zu sprechen, womit mehrere dieser Thiere sich zu zahllosen Legionen versammeln, um mit einander und zuweilen unter gegenseitiger Hülfeleistung zu reisen (§. 329, 331, 338); indessen muß bemerkt werden, daß sich dieser Instinkt eigentlich nur bei solchen Arten entwickelt, in deren Bestimmung es liegt, sich von Insekten oder von vegetabilischen Substanzen zu ernähren, und daß dagegen die Raubvögel fast immer einsam oder nur paarweise vereinigt leben.

§. 446. Die Vögel zeigen unter sich in der Art und Weise, wie sie sich ihre Nahrung verschaffen, ebenso viele Abänderungen, wie die Säugethiere. Die meisten suchen sie nur bei Tage, während dagegen einige bloß bei Nacht oder während der Dämmerung zu diesem Zwecke ausfliegen, und es verdient bemerkt zu werden, daß diese letzteren alle gewöhnlich düstere, trübe Farben und ein weiches Gefieder haben, so daß ihre Flügel die Luft ohne Geräusch zurückschlagen, wie wenn der Schöpfer in seiner unendlichen Vorsehung auf diese Weise hätte die Jagd begünstigen wollen.

Fig. 238. Der Lämmergeier (Gypaëtos barbatus).

welcher sich diese Thiere mitten in der Dunkelheit hingeben. Die verschiedenen Arten aus der Familie der Eulen, der Ziegenmelker oder Nachtschwalben ꝛc., bieten uns Beispiele von diesem Uebereinkommen der Lebensweise des Vogels und der Beschaffenheit seines Gefieders dar.

§. 447. Die Anzahl der bis jetzt den Naturforschern bekannten Vogelarten beträgt ungefähr 5000; und da die Organisation dieser Thiere eine große Gleichförmigkeit zeigt, so bietet ihre Classification keine geringen Schwierigkeiten dar; die Charaktere oder Kennzeichen, deren man sich bei ihrer Eintheilung in Ordnungen, Familien und Gattungen bedient, werden hauptsächlich durch die Form des Schnabels und der Füße, d. h. derjenigen Organe geliefert, deren Bau sich auf die Lebensweise dieser Thiere bezieht. Cuvier, dessen Methode wir hier befolgen, theilt sie in sechs Ordnungen ein, nämlich: in die Raubvögel (Accipitres), die Sperlingsvögel (Passeres), die Klettervögel (Scansores), die Hühnervögel (Gallinacei s. Rasores), die Stelzvögel (Grallatores) und die Schwimmvögel (Palmipedes).

§. 448. Die Raubvögel (Accipitres) erkennt man an der Stärke ihrer Klauen und ihres Schnabels: der Oberkiefer ist an der Spitze stark gekrümmt und scharf zugespitzt, wodurch er geeignet wird, das Fleisch der Thiere, wovon sie sich ernähren, zu zerreißen; die gleichfalls starken Zehen sind mit krummen und starken Nägeln oder Krallen versehen, mit deren Hülfe sie ihre Beute ergreifen. In der Regel zeigen alle Theile ihres Leibes eine beträchtliche Stärke an, und ihr Aussehen bezeichnet ihren wilden Charakter. Die einen sind Tagraubvögel und lassen sich an ihrem dichten Gefieder und ihren seitwärts gerichteten Augen erkennen: dahin gehören z. B. die eigentlichen Geier (Fig. 222), die Bartgeier (Fig. 238), die Falken, die Adler (Fig. 214), die Sperber, die Weihen (Fig. 219), die Bussarde u. s. w.; andere sind Nachtraubvögel und bilden die Familie der Eulen (Fig. 239), die durch ein weiches Gefieder und durch vorwärts gerichtete Augen charakterisirt sind.

§. 449. Die Sperlingsvögel (Passeres) haben dünne, schwache und auf die gewöhnliche Weise gebaute Füße, d. h. Füße, die weder mit einer Schwimmhaut versehen, noch mit hakenförmigen und starken Krallen bewaffnet, noch nach Art der Stelzvögel verlängert sind, und von deren Zehen einer nach hinten gerichtet ist. Ihr Schnabel ist schwach (Fig. 241), gerade und entweder wenig oder gar nicht gekrümmt (Fig. 242, 243); ihre Flügel sind ziemlich groß; endlich sind sie alle klein oder nur mittelmäßig groß und haben gewöhnlich schlanke und leichte Formen. Die einen sind Insektenfresser, andere Körnerfresser und noch andere sind Allesfresser; in diese Ordnung reihen sich alle Singvögel (Sänger) und die meisten Zugvögel ein. Die Zahl der Sperlingsvögel ist unermeßlich groß; doch werden wir als Beispiele nur die großen grauen Würger, die Amseln,

Fig. 239. Die mittlere Ohreule oder der kleine Uhu (Strix Otus L.).

Fig. 240. Der Paradiesvogel (Paradisea).

Fig. 241. Die Spechtmeise (Sitta europaea L.).

Fig. 242. Der große graue Würger (Lanius Excubitor L.).

Fig. 243. Das safranköpfige Goldhähnchen (Regulus crococephalus).

Fig. 244. Der Colibri (Trochilus).

die Grasmücken, die Schwalben, die Ziegenmelker (Fig. 225), die Felsdrosseln, die Sperlinge, die Raben, die Paradiesvögel (Fig. 240), die Colibri (Fig. 244), die Jaunkönige (Fig. 243), die Martin-pêcheurs (Fig. 226) und den gemeinen Calao (Fig. 229) anführen.

§. 450. Die **Kletter**vögel sind solche Vögel, die neben der Lebensweise und der gewöhnlichen Organisation der Sperlingsvögel zwei vorwärts und zwei rückwärts gerichtete Zehen haben; dieser Bau gestattet ihnen ein festeres Anklammern an die Aeste und Zweige der Bäume, auf denen sie in allen Richtungen klettern, wobei sie sich sogar manchmal ihres Schnabels zur Erleichterung ihrer Bewegungen bedienen. In diese Abtheilung stellt man die durch ihren ungeheuren Schnabel merkwürdige Tukane, die Papageien (Fig. 245), die Kukuke, die Spechte (Fig. 211) u. s. w.

Fig. 245. Der Ara (Macrocercus).

§. 451. Die **Hühner**vögel (Gallineae) haben einen mittelmäßigen, oben etwas aufgeschwellten und nur zum Körnerfressen geeigneten Schnabel: die Flügel sind kurz, der Leib schwerfällig, die Füße mittelmäßig groß und die Zehen schwach, gewöhnlich aber an der Basis durch eine kleine Hautfalte mit einander verbunden. Die meisten dieser Vögel fliegen schlecht, nisten nicht auf den Bäumen und suchen ihre Nahrung auf dem Boden. Diese Ordnung ist aus zwei sehr verschiedenen Familien, nämlich den Tauben und den eigentlichen Hühnervögeln, welche den Haushahn, die Fasanen (Phasianus), die Pfauen (Pavo), den Truthahn oder Kauderhahn (Meleagris Gallopavo *L.*), das Perlhuhn (Numidia *L.*), den Hokko (Crax) (Fig. 247), das Feldhuhn (Perdix), die Wachtel (Coturnix), das Schneehuhn (Tetrao Lagopus *L.*) (Fig. 246), das Auerhuhn (Tetrao Urogallus *L.*) u. s. w. in sich begreifen.

Fig. 247. Der Hokko (Crax).

§. 452. Die **Stelz**vögel (Grallae) erkennt man an ihren sehr hohen Läufen (tarsus) und ihren bis zur Basis von Federn entblößten Beinen. Diese Form läßt sie wie auf Stelzen gehend erscheinen und begünstigt sie nicht nur in der Schnelligkeit beim Laufen, sondern auch beim Waden in seichten Gewässern. Ihr Buchs

Fig. 248. Der Kranich (Grus).

Fig. 246. Das Schneehuhn (Tetrao Lagopus *L.*).

Fig. 249. Der europäische Rohrdommel (Ardea stellaris *L.*).

ist im Allgemeinen schlank und die Halslänge von der Art, daß sie immer, wie hochbeinig sie auch sein mögen, ihre Nahrung ungebückt vom Boden auflesen können. Die einen ernähren sich von Vegetabilien, die andern von Wasserreptilien, von Mollusken, von kleinen Fischen u. s. w. Man bringt in diese Ordnung die Ufervögel, z. B. den Reiher (Ardea), den Kranich (Grus) (Fig. 248), den Storch (Ciconia) (Fig. 223), den Rohrdrommel (Ardea stellaris *L.*) (Fig. 249), die Schnepfe (Scolopax), den Ibis (Ibis *Cuv.*) (Fig. 212), den Strandreiter oder Stelzenläufer (Himantopus) (Fig. 216), das Wasserhuhn (Tulica), den Flamingo (Phoenicopterus *L.*) (Fig. 250) u. s. w. und einige andere Gattungen, welche nicht in der Nähe unserer Gewässer sich aufhalten, sondern den vorhergehenden hinsichtlich ihres Körperbaues ähnlich sind, z. B. der Strauß (Struthio) (Fig. 214), der Casuar (Casuarius) (Fig. 204) und der Trappe (Otis *L.*).

§. 453. Die Schwimmvögel (Palmipedes) endlich sind durch ihre mittelmäßig langen und in eine breite Flosse auslaufenden Füße bezeichnend. Diese Ruder werden durch die Zehen gebildet, die mittelst einer Haut (der sogenannten Schwimmhaut) unter sich verbunden sind, und stehen gewöhnlich weit nach hinten. Dieser Bau ist zwar zum Schwimmen günstig, macht aber zugleich auch das Gehen schwierig. Als Beispiele dieser Gruppe wollen wir anführen: den gemeinen Pinguin (Aptenodytes) (Fig. 213) und die Fettgans (Spheniscus patagonica), welche so kurze Flügel haben, daß sie nicht zum Fliegen dienen können; ferner den Sturmvogel (Procellaria), den Albatros (Diomedea), die Möve (Larus *L.*) und die Seeschwalbe (Sterna *L.*) (Fig. 251), welche dagegen lange Flügel haben und gute Segler sind; den Pelikan (Pelicanus *L.*) (Fig. 228), den Fregatvogel (Fig. 209) und den Tölpel (Sula), die nicht weniger günstig für den Flug organisirt sind, als die vorhergehenden; sie machen sich durch eine noch vollständigere Schwimmhaut bemerkbar: endlich noch den Schwan (Cygnus), die Gans (Anser) und die Ente (Anas) (Fig. 217), deren Schnabel, anstatt mit Horn bedeckt zu sein, mit einer weichen Haut überkleidet ist.

Fig. 250. Der Flamingo (Phoenicopterus *L.*).

Fig. 251. Die Seeschwalbe (Sterna *L.*).

Die Klasse der Reptilien.

§. 454. Die Klasse der Reptilien begreift alle warmblütigen Wirbelthiere in sich, deren Respiration (wenigstens im ausgebildeten Zustand, wenn nicht schon in der Jugend) in der atmosphärischen Luft vor sich geht und unvollständig ist. Sie besitzen Lungen, wie die Säugethiere und die Vögel; dagegen ist ihr Circulationsapparat immer von der Art, daß sich ein Theil des venösen Blutes mit dem arteriellen mischt, ohne zuvor das Respirationsorgan durchströmt zu haben, und gewöhnlich geht diese Mischung in dem Herzen vor sich, welches nur eine einzige Kammer mit zwei Vorhöfen darbietet (§. 108).

Hinsichtlich ihrer allgemeinen Form nähern sich die Reptilien mehr den Säugethieren als den Vögeln; übrigens zeigen sie in dieser Beziehung viele Verschiedenheiten, die man leicht sehen kann, sobald

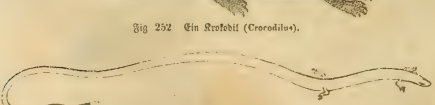


Fig. 252 Ein Krokodil (Crocodilus).

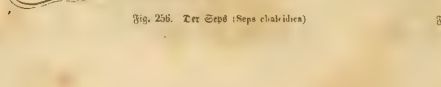


Fig. 256. Der Sepé (Seps chalcidicus)

Fig. 253 Die griechische Schildkröte (Testudo graeca *L.*).

man eine Schildkröte (Fig. 253), ein Krokodil (Fig. 252), eine Schlange (Fig. 255) und eine Kröte (Fig. 254) mit einander vergleicht. Der Kopf ist beinahe

Fig 254. Die gemeine Kröte (Bufo vulgaris).

Fig. 255. Die Haie (Naja Haje).

immer klein und der Leib sehr in die Länge gezogen; einigen, z. B. den Schlangen, fehlen die Gliedmaßen vollständig, oder sind bloß Spuren davon vorhanden (Fig. 256); aber die meisten dieser Thiere, z. B. die Eidechsen und der Frosch, haben vier Füße, deren sie sich entweder zum Gehen oder zum Schwimmen bedienen können. Uebrigens sind diese Gliedmaßen in der Regel zu kurz, um zu verhindern, daß der Rumpf auf dem Boden fortgeschleift werde; und anstatt daß sie ihre Richtung parallel mit der Axe des Körpers haben und sich in dieser Richtung bewegen, stehen sie im Allgemeinen auswärts und bewegen sich von außen nach innen senkrecht gegen diese Axe — eine Einrichtung, die für die Ortsbewegung sehr ungünstig ist; daher scheinen die meisten Reptilien eher auf dem Boden zu kriechen, als zu gehen, woher auch ihr Name kommt.

§. 455. Das Skelet der Reptilien zeigt in seinem Baue weit größere Verschiedenheiten, als das der warmblütigen Wirbelthiere; es können, mit Ausnahme des Kopfes und des Rückgrates, alle Theile desselben abwechslungsweise fehlen; allein die Knochen, die sich daran finden, behalten immer eine große Aehnlichkeit mit den Knochen der Säugethiere und der Vögel bei und werden leicht als die Analogien derselben erkannt.

§. 456. Die Hirnschale ist immer klein und das Gesicht länglich; der Unterkiefer besteht, wie bei den Vögeln, aus mehreren Stücken und artikulirt gleichfalls mit einem besondern Knochen (dem Quadratknochen); zuweilen ist dieser selbst wieder mit einem beweglichen Knochen verbunden (Fig. 269), was die Ausdehnung der Mundöffnung, wie wir sehen werden, sobald wir von der Verschluckung bei den Schlangen sprechen werden, bedeutend vermehrt. Der Oberkiefer ist im Allgemeinen unbeweglich, doch ist er bei den Schlangen so mit dem Kopfe verbunden, daß er noch einige Beweglichkeit hat; bei einigen Reptilien, z. B. den Eidechsen und den Schildkröten, verlängern sich die Knochen der Hirnschale in der Gestalt von Schildern seitlich noch über die Schläfen hinaus, und geben dadurch dem Kopf eine beträchtliche Länge. Dieser ist in der Regel sehr wenig beweglich, und artikulirt mit der Wirbelsäule mittelst eines einzigen mehrfächigen Gelenkknopfes.

§. 457. Beträchtlichere Unterschiede bieten die Knochen des Rumpfes hinsichtlich ihrer Anordnung und Zahl dar. Bei den Eidechsen, den Krokodilen und andern ähnlich gebauten Reptilien bemerkt man hierin nur wenige Abweichungen; es ist bloß das bemerkenswerth, daß die Rippen hier zahlreicher vorhanden sind, als bei den Säugethieren und den Vögeln, und daß der Unterleib dieselben ebenso gut, wie der Oberleib (Torax) aufweist. Bei den Schlangen fehlt das Brustbein, so wie auch die Gliedmaßen; die Rippen, deren Zahl bei diesen Thieren beträchtlich ist, sind hier am untern Ende frei; man zählt deren zuweilen, z. B. bei der Natter, mehr als dreihundert Paare, die ziemlich beweglich sind, so daß sich das Thier derselben als Strebepfeiler in ihren Bewegungen bedienen kann; die Wirbel besitzen gleichfalls eine große Beweglichkeit und sind unter sich mittelst eines Knotens, der von einer entsprechenden Grube aufgenommen und mit Hülfe von Ligamenten festgehalten wird, verbunden. Bei den Fröschen zeigt der Bau des Skelets ein umgekehrtes Verhältniß, denn es fehlen bei ihnen die Rippen; dagegen ist das Brustbein sehr entwickelt und mit den Schlüsselknochen zu einem Brustgürtel vereinigt. Bei den Schildkröten aber ist der Bau dieser Knochen am merkwürdigsten, denn hier bilden sie zwei große Schilder, zwischen denen sich das Thier gewöhnlich ganz zurückziehen kann. Der eine dieser Schilder bedeckt den Rücken und heißt Rückenschild, während der andere unter dem Bauche liegt und Brustschild genannt wird (Fig. 257); auf jeder Seite sind sie auf eine solche Weise vereinigt, daß sie vornen und hinten eine Oeffnung zwischen sich lassen, die zum Durchgang des Kopfes, der Füße und des Schwanzes dienen. Dieser Panzer ist bloß von der Haut bedeckt, die gewöhnlich mit breiten schuppenförmigen Platten besetzt ist. In dieser großen Höhle sind nun alle Muskeln und alle andern weichen Theile eingeschlossen.

Fig. 257. Die griechische Schildkröte (von unten gesehen).

§. 458. Das Knochengerüste der Schildkröten muß, wie man sich leicht einbilden kann, wegen dieses ungewöhnlichen Baues sehr große Modifikationen zeigen: und dennoch findet man die gleichen Stücke daran, wie bei den normalen Säugethieren, nur sind mehrere derselben in Form und Größe verschieden.

Wenn man den Rückenschild an seiner oberen Fläche untersucht, so sieht man, daß er aus einer ziemlich großen Anzahl Knochenplatten gebildet ist, welche unter sich durch Nähte vereinigt sind, und wovon acht die Mittellinie einnehmen, sechzehn zu jeder Seite dieser Linie eine Längsreihe bilden und fünfundzwanzig bis sechsundzwanzig das Ganze in der Form eines einunden Rahmens umgeben. Die Beschaffenheit dieser Knochen ist alsdann schwer zu erkennen; untersucht man aber den Rückenschild an seiner untern Seite (Fig. 258), so bemerkt man alsbald, daß die oben erwähnten Mittelstücke nichts Anderes sind, als Fortsätze von den Rückenwirbeln (vd); denn unten findet man auch

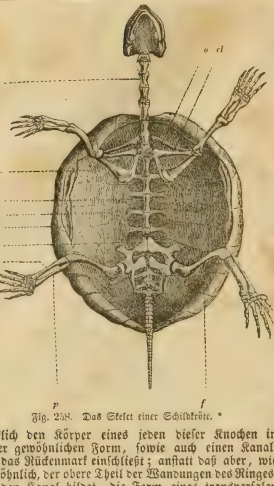


Fig. 258. Das Skelet einer Schildkröte. *

wirklich den Körper eines jeden dieser Knochen in seiner gewöhnlichen Form, sowie auch einen Kanal, der das Rückenmark einschließt; anstatt daß aber, wie gewöhnlich, der obere Theil der Wandungen des Ringes, der den Kanal bildet, die Form eines transversalen Knochenstreifens hat, der von den zugehörigen Knochen durch einen leeren Raum geschieden ist, und anstatt daß ein Darmfortsatz über ihn hinausragt, ist er hier schildförmig erweitert und setzt sich ohne Unterbrechung mit den analogen Platten fort, die zu dem vorhergehenden und dem nachfolgenden Wirbel gehören. Von diesen somit unbeweglich gewordenen Rückenwirbeln trägt ein jeder ein Rippenpaar wie bei dem Menschen und den meisten andern Wirbelthieren; diese Rippen (c) dehnen sich aber in ihrer Breite bis zu einem solchen Grade aus, daß sie sich in ihrer ganzen oder doch beinahe ganzen Länge berühren und durch ihr gegenseitiges Verwachsen Nähte bilden. Die Randstücke (os) endlich, welche mit dem Ende der Rippen artikuliren und gleichsam den Rückenschild einfassen, zeigen ganz deutlich den Brustbeintheil verjüngen Knochen, welche bei den Säugethieren knorpelartig bleiben, bei den Vögeln aber vollständig verknochert sind. Bei einigen Schildkröten bleiben sie ebenfalls knorpelig, und bei allen diesen Thieren stützen sich mehrere unter ihnen seitwärts gegen die Ränder des Brustschildes.

Der Brustschild wird durch das Brustbein gebildet, welches außergewöhnlich entwickelt ist und sich vom Halse bis zum Anfange des Schwanzes ausdehnt (Fig. 257). Der Stücke, die in seine Zusammensetzung eintreten, sind es neun, die, anstatt wie bei den Säugethieren, in einer Reihe auf einander zu folgen, mit Ausnahme eines einzigen, paarweise so an einander gereiht und unter sich verwachsen oder artikulirend sind, daß sie eine große eirunde Platte bilden. Dieser Schild zeigt sich bald als ein einziges festes Stück, bald ist es in drei Stücke getheilt, von denen das vordere und hintere ein wenig beweglich sind; und ein anderes Mal noch ist er im Mittelpunkt wie ein Rahmen durchbrochen; endlich ist er auf jeder Seite an den Rückenschild mittelst einer breiten knöchernen Verlängerung oder mittelst Knorpeln befestigt; vornen und hinten bleibt er dagegen von dem Rückenschild entfernt, um auf diese Weise den Kopf, die Gliedmaßen und den Schwanz ein- und austreten zu lassen. Beide Schilder sind nach dem bereits Gesagten nur von der Haut bedeckt; es heftet sich kein Muskel an ihre äußere Oberfläche, daher haben die Muskeln der Gliedmaßen und des Halses ihre Anheftpunkte im Innern des Rumpfes. Die Schulter liegt, anstatt sich auf die äußere Fläche der Brustwandungen zu stützen, gleichfalls im Innern dieser Höhle, sowie auch das Becken, so zu sagen, in das Innere des Unterleibes zurückgetreten ist.

Die Schulterknochen (o, cl, co) artikuliren eines Theils mit der Wirbelsäule, andern Theils mit dem Brustbein, so daß sie zwischen dem Rückenschild und dem Brustschild einen Ring bilden. Man unterscheidet drei Aeste daran, welche häufig frühzeitig mit einander verwachsen und an der Gelenkgrube des Oberarmknochens, welchen sie durch ihre Vereinigung bilden, zusammentreten. Einer von diesen Knochen, der an der Wirbelsäule hängt, zeigt sich in der That als das Schulterblatt; der zweite und rückwärts gerichtete (co) entspricht dem Rabenschnabel der Vögel; der dritte (cl), der abwärts steigt, und sich mit dem Brustschild verbindet, stellt das Schlüsselbein oder wenigstens die Schulterhöhe (acromion) dar, mit welcher dieser Knochen gewöhnlich artikulirt.

Das Becken (b) hat eine große Aehnlichkeit mit dem Gürtel, der sich aus den Schulterknochen bildet. Es besteht aus drei Paar besonderer Stücke: aus einem Darmbein (os ilium), welches mit den Querfortsätzen der hinteren Wirbeln des Rückenschildes verbunden ist; ferner aus einem Schambeine (os pubis) und einem Sitzbeine (os ischii), welche beide nach dem Brustschilde hinlaufen, und sich mit den zugehörigen Knochen verbinden.

§. 459. Bei andern Reptilien haben die Schulterknochen noch eine größere Aehnlichkeit mit den entsprechenden Knochen der Vögel. Die Gliedmaßen zeigen im Allgemeinen nichts besonders Merkwürdiges; bald sehen sie an ihrem Ende verstümmelt aus und scheinen alsdann bloß zum Vorwärtsstoßen des Thieres zu dienen: dies bemerkt man z. B. bei den Landeidechsen; bald laufen sie in dünne Finger aus, die an der Spitze mit Nägeln besetzt sind und dem Thiere gestatten, sich an den Unebenheiten des Bodens gleichsam anzuklammern und mit Leichtigkeit zu klettern: auf diese Weise sind z. B. die Füße der Cirechsen gebaut; manchmal finden sich an den Füßen Finger mit einem eigenthümlichen Bau, der für diese Bewegung ganz besonders günstig ist: so sieht man bei dem gemeinen Laubfrosch (Hyla arborea) (Fig. 259)

Fig. 259. Der gemeine Laubfrosch (Hyla arborea).

an jeder Fingerspitze einen runden und klebrigen Ballen, mit dessen Hülfe sich das Thier an den Gegenständen

* Das Skelet einer Landschildkröte, von der man den Brustsch ld weggenommen hat: re die Halswirbel; — re die Rückenwirbel; — c die Rippen; — os die Brustrippen oder die am Rande des Rücken- schildes liegenden Stücke; — o das Schulterblatt; — cl das Schlüsselbein; — co der Rabenschnabelfortsatz; — b das Becken; — f der Oberschenkel; — t das Schienbein; — p das Wadenbein.

festhalten kann, selbst wenn die Oberfläche derselben sehr glatt ist; bei den Gecko's, von denen eine Art unter dem Namen Terrentola (Ascalabotes murorum s. Tarenta) (Fig. 260) vorkommt sind die Finger gegen die Spitze hin sehr breit und an der Unterseite mit kleinen Hautfalten besetzt, welche wie

Fig. 260. Die Terrentole (Ascalabotes murorum).

Saugnäpfe zu funktioniren scheinen und diesen häßlichen Thieren gestatten, die glättesten Mauern hinauf zu klettern und sogar oben an den Zimmerdecken hängend herumzulaufen.

Es gibt auch solche Reptilien, deren Finger beinahe ebenso einander entgegengesetzt werden können, wie die Finger des Menschen; denn bei den Chamäleons (Fig. 261) sind sie in der That in zwei Partien ab-

Fig. 261. Das gemeine Chamäleon (Chameleo africanus).

getheilt, welche sich wie die Arme einer Zange von einander entfernen oder sich einander nähern können, und welche diesen Thieren zum Umklammern der Baumzweige dienen, auf denen sie sich aufhalten; auch haben die Chamäleons einen Rollschwanz, welcher sie zu wesentlichen Kletterthieren macht.

Bei solchen Reptilien endlich, die durch ihren Bau mehr oder weniger zu einem Aufenthalt im Wasser geeignet sind, sind die Finger entweder mit einer Schwimmhaut versehen (z. B. bei den Hinterfüßen des Frosches), oder sind sie zu einem platten Ruder umgebildet, das sich zwar nicht zum Gehen eignet, wohl aber zum Schwimmen sehr tauglich ist. Die Meerschildkröten (Fig. 262) sind die einzigen Reptilien, die uns heutzutage die letztgenannte Bildungsweise der Füße darbieten; dagegen waren unsere Meere in den entferntesten Epochen der geologischen Geschichte unseres Erdballs mit großen Thieren bevölkert, die mit solchen Ruderfüßen versehen waren, und die sonst noch viel Aehnlichkeit mit den Eidechsen und Schlangen zeigten; man hat von diesen Thieren fossile Skelete entdeckt und sie mit den Namen Ichtyosaurus (Fig. 263) und Plesiosaurus (Fig. 264) bezeichnet.

Auch beflügelte Reptilien sind bekannt. Die Drachen (Fig. 265), die mit den Eidechsen ziemlich nahe verwandt sind, gehören hieher. Sie unterscheiden sich von allen andern Thieren derselben Klasse durch das Vorhandensein einer Art Flügel, die aus einer großen zu beiden Seiten des Leibes der Länge nach stehenden Hautfalte bestehen, und den Flügeln (Flatterhäuten) der Fledermäuse ziemlich ähnlich sind, die aber, anstatt von den Gliedmaßen gehalten und bewegt zu werden, von diesen Organen völlig unabhängig sind, und durch die sechs ersteren falschen Rippen in gerader horizontaler Richtung ausgebreit werden. Das Thier bedient sich derselben als Fallschirm, um sich damit in der Luft schwebend zu erhalten, wenn es von einem Ast zum andern hüpft; doch kann es dieselben nicht so stark bewegen, daß es mit denselben, wie die Fledermäuse oder die Vögel, herumflattern oder fliegen könnte. Diese sonderbaren Reptilien, die Indien bewohnen, bestätigen also bis zu einem gewissen Grade die Fabel von den fliegenden Eidechsen und Schlangen, von denen einige Schriftsteller des Alterthums erzählen; doch sind die Drachen der Zoologen nicht jene fürchterlichen Gestalten der alten Dichter, sondern sehr kleine Thiere die bloß Angriffe auf Insekten machen.

In der Epoche, wo der so eben erwähnte Ichtyosaurus und Plesiosaurus lebte, war auch ein fliegendes Reptil vorhanden, das noch sonderbarer gestaltet war, als der fliegende Drache. Aus dem Baue seines Skelets ersieht man, daß es wie unsere Fledermäuse mußte gehen und zugleich fliegen können; denn seine Hinterfüße und sämmtliche Finger seiner Vorderfüße sind mit Ausnahme eines einzigen auf die gewöhnliche Weise gebaut: der zweite Finger der vordern Extremitäten ist mehr denn zweimal so lang als der ganze Rumpf, und diente wahrscheinlich zum Unterstützen einer Flughaut. Um sich an diese eigenthümliche Bildung erinnern zu können, hat man diesen fossilen Sauriern den generischen Namen Pterodactilus gegeben.

Fig. 262 Die Carettschildkröte (Chelonia imbricata L.).

Fig. 263. Ichtyosaurus

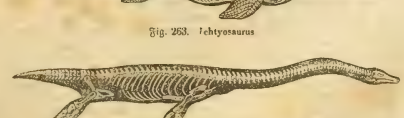


Fig. 264. Plesiosaurus.

Fig. 265. Der fliegende Drache (Draco).

Fig. 266. Der Pterodactylus.*

§. 460. Die Bewegungen der Reptilien sind im Allgemeinen weniger lebhaft und auch weniger ausdauernd, als die der Säugethiere und der Vögel, was man übrigens aus der begränzteren Ausdehnung ihrer Respiration voraussehen konnte; denn es besteht, wie wir bereits gesehen haben, eine nahe Beziehung zwischen der Energie dieser beiden Funktionen. Die Muskeln nehmen weniger Blut auf und zeigen eine weiße Farbe; auch muß noch bemerkt werden, daß diese Organe ihre Irritabilität noch längere Zeit beibehalten, nachdem man sie bereits dem Einfluß des Nervensystems entzogen hat. Bei den warmblütigen Thieren bewirkt die Zerstörung des Gehirns oder des Rückenmarks, oder das Abschneiden eines Nerven unmittelbar entweder eine allgemeine oder eine lokale Lähmung, daher wird es kurze Zeit nach dem Eintreten dieser Erscheinung unmöglich, durch einen Stich oder durch andere Erregungsmittel Muskelzusammenziehungen hervorzubringen. Bei den Reptilien dagegen erhält sich das Vermögen, Bewegungen unter dem Einfluß jener Reizmittel auszuführen, in ähnlichen Umständen sehr lange; so setzt z. B. der von dem übrigen Leib getrennte Schwanz einer Eidechse noch mehrere Stunden lang seine Bewegungen fort; ja man hat sogar manchmal eine seit mehreren Tagen todte Schildkröte ihre Gliedmaßen zucken sehen, wenn man die Muskeln derselben durch Stiche reizte. Man kann daraus schließen, daß bei diesen Thieren die Theilung der physiologischen Arbeit, sowie die Lokalisirung der verschiedenen Funktionen des Nervensystems weniger weit geht, als bei den Säugethieren und den Vögeln, woraus eine weniger innige gegenseitige Abhängigkeit der verschiedenen Theile der Oekonomie hervorgeht.

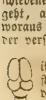


Fig. 267

§. 461. Der Centraltheil des Nervensystems ist bei den Reptilien wenig entwickelt; die Oberfläche des Gehirns ist glatt und ohne Windungen (Fig. 267). Die beiden Hirnhälften sind eirund, mehr oder weniger verlängert und innen hohl; es ist hier, wie bei den Vögeln, kein sogenannter gestreifter Körper (corpus striatum) vorhanden; häufig sieht man am vorderen Theile des Gehirns, nahe an dem Ursprung des ersten Nervenpaares, ziemlich dicke Riechlappchen (des lobules olfactifs). Die Sehhügel sind im Allgemeinen ziemlich groß, und liegen hinter den Hirnhälften in gleicher Höhe mit denselben. Sehr klein ist dagegen das kleine Gehirn, welches, wie bei den übrigen eierlegenden Wirbelthieren, unter dem verlängerten Marke keine Transversalverlängerung zeigt, die bei den Säugethieren einen Ring bildet. Das Rückenmark ist im Vergleich mit dem Gehirn sehr entwickelt, auch bemerkt man, daß die Nerven im Verhältniß zum Volumen der Centraltheile des Nervensystems dicker sind, als bei den höheren Thieren.

* Die punktirte Linie zeigt den muthmaßlichen Umfang der Haut an.

§. 462. Die meisten Reptilien haben kein specielles Tastorgan; im Allgemeinen kann der Fühlsinn wegen der Beschaffenheit ihrer Bedeckungen nicht sehr entwickelt sein. Einige haben zwar eine völlig nackte Haut und eine kaum wahrnehmbare Epidermis; aber bei den meisten ist sie von einer dicken Epidermis bedeckt, welche aus mehr oder weniger harten Platten von einer hornartigen und selbst knöchernen Substanz gebildet ist. Die unter dem Namen Schildpatt (Schildkrot) bekannte Substanz, die so verschiedenartige Anwendung bei den Kunsterzeugnissen u. s. w. findet, ist nichts Anderes, als jene hornige Platten, die den Rückenschild von einer besondern Meerschildkröte, der Carettschildkröte (Fig. 262), bedecken. Bei den nacktäugigen Reptilien löst sich die mittelmäßig dichte Epidermis sehr häufig ab und erneuert sich stets wieder; auch bei solchen Reptilien, wo sie eine größere Consistenz darbietet, löst sie sich zu verschiedenen Zeiten des Jahres ab, um einer neuen Epidermis Platz zu machen; diese Häutung ist partiell, oder fällt die Epidermis wenigstens stückweise ab; wiederum ein anderes Mal löst sie sich ganz ab und behält die Form des Thieres bei. Auf diese Weise berauben sich z. B. die Schlangen mehrere Male des Jahres ihrer Oberhaut.

Die Augen der Reptilien weisen nichts besonders Merkwürdiges auf: ihr Bau ist im Allgemeinen demjenigen derselbe, wie bei den Vögeln; aber nur selten findet man eine Verlängerung, welche dem sogenannten Kamm analog ist. Gewöhnlich sind drei Augenlider vorhanden; zuweilen fehlen sie aber auch vollständig; bei den Schlangen z. B. setzt sich die Haut ohne Unterbrechung über die Augen weg fort; nur zeigt sie an dieser Stelle so viel Durchsichtigkeit, daß sie den Durchgang des Lichts nicht verhindert — eine Einrichtung, welche den Blick dieser Thiere merkwürdig stechend macht.

Der Gehörapparat ist weit weniger vollständig als bei den Säugethieren oder den Vögeln. Das äußere Ohr fehlt fast immer ganz; es ist niemals eine Ohrmuschel vorhanden, das Trommelfell steht vom Kopfe ab und ist entweder nackt oder unter der Haut versteckt, manchmal ist selbst keine Spur davon vorhanden; die Paukenhöhle ist gewöhnlich nur sehr unvollkommen durch die Schädelknochen geschlossen und steht mittelst einer breiten Spalte mit dem Rachen in Verbindung, dem sie manchmal anzugehören scheint; die Gehörknöchelchen fehlen größtentheils, und oft ist die Schnecke nur angedeutet.

Die Nasenhöhlen sind wenig entwickelt; der Schmeck-

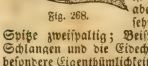


Fig. 268.

sinn scheint bei allen Reptilien sehr stumpf zu sein; die Zunge ist zuweilen dick und fleischig, aber in der Regel dünn, trocken, sehr vorstreckbar und an der Spitze zweispaltig; Beispiele hiezu liefern uns die Schlangen und die Eidechsen (Fig. 268). Eine ganz besondere Eigenthümlichkeit zeigt die Zunge der Frösche: sie ist fleischig und mit ihrem vordern Ende an die Kinnlade geheftet, während ihre nach hinten gekehrte Spitze frei ist und sich nach außen zurückschlagen kann. Bei dem Chamäleon wird dieses Organ sogar ein sehr merkwürdiges Greifwerkzeug, denn dieses Thier vermag es auf eine solche Entfernung zum Mund hinauszustoßen, welche mehr als die ganze Körperlänge beträgt. Dieses Organ endigt in einer klebrigen Kugel, an welcher die Fliegen und andere Insekten, wovon sich dieses linkische und langsame Reptil ernährt, hängen bleiben.

§. 463. Es gibt nur wenige Reptilien, die einzig und allein von vegetabilischen Substanzen leben. Beinahe alle sind Fleischfresser, und nur mit wenigen Ausnahmen suchen sie sich alle eine lebende Beute, die sie in der Regel ohne vorläufige Zertheilung verschlucken: auch wird die Auswahl der Thiere, die ihnen zur Nahrung dienen, durch den Rauminhalt ihrer Mundhöhle gleichsam geregelt. Der Mund ist immer weit geschlitzt; bei den Schlangen aber vermag er sich am weitesten auszudehnen; dies ist auch der Grund, warum diese Reptilien weit dickere Thiere, als sie selbst sind, verschlingen können. Die beiden Aeste des Unterkiefers (mi, Fig. 269) sind frei, und der sie tragende Schenkel (t) (d. h. der Quadratknochen), ist nicht nur selbst beweglich, sondern auch an einen andern Theil des Schläfenbeins, dem sogenannten Zitzentheil (os mastoideum) (ma) gleichsam angehängt, der gleichfalls von der Hirnschale (c) getrennt und an dieselbe mittelst Bänder und Muskeln bloß angehängt ist; die Aeste des Oberkiefers (m) sind an die Zwischenkieferknochen nur mit Bändern befestigt, wodurch sie sich mehr oder weniger von einander zu entfernen vermögen; an dieser Beweglichkeit nehmen auch die Gaumenbogen (p) theil. Diese Bildungsweise steht mit der Lebensweise dieser Reptilien, welche

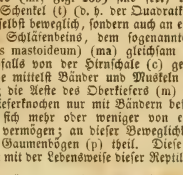


Fig. 269. Das Kopfskelet der Klapperschlange.

wesentliche Fleischfresser sind, in Verbindung. Sie können in der That lange Zeit Mangel an Nahrung ertragen, wenn sich aber die Gelegenheit darbietet, so verschlucken sie gewöhnlich eine solch große Menge, daß sie während ihrer Verdauung in einer mehr oder weniger starken Betäubung verharren: sie kauen ihre Speisen nicht, denn ihr Mund ist mit hakenförmigen Zähnen bewaffnet, die bloß zum Zurückhalten der Beute geeignet sind.

§. 464. Mehrere Schlangen, z. B. die gemeine Viper (Vipera berus), die Haje (Aspis) (Fig. 255), die Klapperschlange (Crotalus) und die Lanzenviper (Trigonocephalus) zeigen noch merkwürdigere Eigenthümlichkeiten im Baue, denn die Natur hat sie mit einem Giftapparate versehen, mit dem sie die Thiere, die sie zu ihrer Beute machen wollen, in wenigen Augenblicken tödten können, sobald dieselben von ihrem Biß erreicht werden. Ihr Gift wird durch Drüsen ausgeschieden, die eine große Aehnlichkeit mit den Speicheldrüsen haben und diese Flüssigkeit durch einen Ausführungsgang nach außen ergießen, der in einen der Oberkieferzähne einmündet, deren besondere Bildung mit ihrer Anwendung in Beziehung steht. Diese Drüsen (Fig. 270, v) liegen so unter den Schläfenmuskeln,

Fig. 270. *

daß sie durch die Contraction derselben gedrückt werden können; durch diesen Zahn, der größer als die andern ist, zieht sich bald ein Kanal hindurch, bald bloß eine einfache Rinne; in beiden Fällen besteht der Gang, der durch ihn hindurchgeht, mit dem Ausführungsgange der Giftdrüse in Verbindung und dient zum Ergießen des Giftes in die durch den Zahn selbst gemachte Wunde. Diese Flüssigkeit ist eines der heftigsten Gifte. Die ist weder beißend, noch brennend, schmeckt auf der Zunge wie ein Fettstoff, und kann ungestraft verschluckt werden; allein in hinreichender Menge in die Wunde ergossen, hat sie einen augenblicklichen Tod zur Folge. Ihre Heftigkeit ändert sich je nach den verschiedenen Schlangenarten und den verschiedenen Umständen ab, in denen sich die Schlange befindet. Die eine und dieselbe Art scheint in den heißen Ländern gefährlicher als in den kalten oder gemäßigten zu sein, und die durch ihren Biß verursachten Unfälle sind um so schwerer, je reichlicher das Gift in die Wunde fließt: auch sind diese Thiere weit furchtbarer, wenn sie eine Zeitlang gehungert haben und ihr Gift sich in beträchtlicher Menge in den Drüsen angesammelt hat, als wenn sie zuvor schon durch wiederholte Bisse so viel Gift verloren haben, daß ihnen nur noch wenig übrig geblieben ist. Man hat ferner die Bemerkung gemacht, daß ihr Biß nicht bei allen Thieren auf die gleiche Weise wirkt. Es scheint, daß das Vipergift für die Bluegel, die Wegschnecken, die Haje, die Ringelnatter (Otter) und die Blindschleiche keine nachtheiligen Folgen hat; während es mit einer außerordentlichen Schnelligkeit alle warmblütigen Thiere, die Eidechsen und selbst die Viper tödten kann. Im Allgemeinen muß die zum Tödten erforderliche Giftmenge, bei sonst gleichen Umständen, um so beträchtlicher sein, je größer das verwundete Thier ist: wenn z. B. 0,01 Gran Vipergift zum Tödten eines Sperlings hinreicht, so sind von diesem Gifte sechsmal mehr zur Tödtung einer Taube erforderlich.

Wenn dieses Gift auf den thierischen Leib einwirken soll, so muß es absorbirt und in den Strom der Circulation eingeführt werden; daher muß man bei einem Biß von giftigen Schlangen alligt solche Mittel anwenden, die zur Hemmung dieser Absorption am günstigsten sind, um dadurch Zeit zum Ausziehen oder Zerstören des in der Wunde befindlichen Giftes zu gewinnen. Ein Druck auf die Venen oberhalb der verwundeten Stelle und das Ansetzen eines Schröpfkopfes auf die Wunde selbst sind die geeignetsten

* Der Giftapparat einer Klapperschlange: — v Giftdrüse, dessen Ausführungsgang in den großen bewaffneten Zahn (c) einmündet; — m die Hebemuskeln der Kinnlade, welche zum Theil die Drüse bedecken und auf sie einen Druck ausüben können; — s die Speicheldrüsen, welche am Rande der Zahnlefze liegen; — n ein Nasenloch, unterhalb desselben das Grübchen gesehen wird, das diese Schlangen, sowie die Lanzenvipern, von den gemeinen Vipern unterscheidet.

Mittel, um die Absorption des Giftes zu verzögern; um aber den Kranken aus der drohenden Gefahr völlig zu befreien, muß man in der Regel die Wunde erweitern und entweder mit einem glühenden Eisen oder mit starken Aezmitteln ausbrennen. Auch mehrere innere Heilmittel, z. B. das Ammoniak, der Arsenik u. s. w., sind empfohlen worden; doch darf man zu diesen Mitteln, wenn sie auch manchmal nützlich sind, kein großes Vertrauen haben. Die Ureinwohner von Südamerika schreiben noch größere Eigenschaften einer gewissen Pflanze ihres Landes zu, die unter dem Namen Guaco oder Mikania Guaco bekannt ist: sie versichern, daß nicht allein das Auflegen der Guacoblätter auf den Biß der gefährlichsten Schlangen jeder tödtlichen Wirkung zuvorkomme, sondern das auch die Einimpfung des Saftes dieser Pflanze die Schlangen abhalte, die so geimpfte Person zu beißen. Zur Unterstützung dieser Meinung führt man die Beobachtungen eines spanischen Autoren, mit Namen Vergas, und die eines gewissen Mutis an; der berühmte und gelehrte Reisende Humboldt ist zufolge einiger angestellten Versuche der Meinung, daß die Guacopflanze der Haut einen besondern Geruch gebe, welcher der Schlange zuwider sei und sie zu beißen verhindere.

Was die Symptome betrifft, welche die Wirkung des Giftes begleiten, so sind sie je nach den Schlangenarten und den Umständen verschieden. Gewöhnlich wird der Blutlauf außerordentlich geschwächt, das Blut verliert die Fähigkeit, zu gerinnen, und der Brand verzehrt den verwundeten Theil.

Die Einrichtung des Giftapparates ist bei diesen Reptilien verschieden. Bald ist der Zahn, in welchem der Ausführungsgang des Giftes endigt, ein beweglicher Haken, bald ein unbeweglicher Zahn, der einfach durchfurcht ist.

Die Schlangen mit beweglichen Giftzähnen sind die gefährlichsten. Diese Haken (c, Fig. 270), die vornen am Munde isolirt stehen, sind sehr spitzig und von einem kleinen Kanal durchbohrt; sie stehen auf sehr kleinen Kieferknochen fest (Fig. 269), die von einem langen Schenkel getragen werden und sehr beweglich sind, so daß die Schlange, wenn sie sich ihrer Haken nicht bedienen will, dieselben zurücklegt und in einer Falte des Zahnfleisches versteckt, während sie dieselben im entgegengesetzten Falle vorstreckt. Von diesen langen Zähnen steht zu jeder Seite einer, und hinter jedem steht man noch mehrere Keime, welche dazu bestimmt sind, ihn zu ersetzen, sobald er durch einen Biß abbricht; indessen tragen die Zahnkieferknochen keine andere Zähne mehr; nur oben am Munde sieht man noch zwei Reihen Gaumenzähne, anstatt vier, wie bei den Nattern. Diese letztgenannten Thiere haben, sowie mehrere andere Reptilien, sowohl den Gaumen, als die Kinnladen mit Zähnen besetzt. Dagegen sind gewisse andere Reptilien der Zähne vollständig beraubt (z. B. die Kröten); bei den Schildkröten, wo diese Organe gleichfalls fehlen, sind die Kinnladen, wie der Schnabel eines Vogels, von einer hornartigen Leiste mit schneidenden Rändern bedeckt; aber niemals sind die Lippen fleischig und beweglich, wie bei den Säugethieren.

§. 465. Da die Speisen im Munde nicht verweilen dürfen, um daselbst gekaut zu werden, so würde das Gaumensegel im Allgemeinen zwecklos sein, daher ist es auch wirklich fast nie vorhanden. Bei dem größten Theile dieser Thiere ist der Schlundkopf nicht von dem Munde verschieden, und oft findet sich nicht einmal eine scharfe Demarkationslinie zwischen der Speiseröhre und dem Magen, welcher einfach und verschiedenartig geformt ist. Die Gedärme sind kurz und ermangeln des Blindsacks; der Dickdarm ist nur wenig von dem Dünndarm verschieden und läuft in einem Kloak zu Ende, wo auch die Harngänge und die Geschlechtsorgane einmünden.

Die Reptilien haben, wie die höheren Thiere, lymphatische Gefäße, die dazu bestimmt sind, die Verdauungsprodukte aufzusaugen und sie in den Strom der Circulation zu bringen.

§. 466. Ihr Blut enthält wenig feste Theilchen; die elliptischen Kügelchen, welche darin schwimmen, haben ein größeres Volumen, als bei irgend einer andern Thierklasse. Der Bau des Circulationsapparates ist verschieden; indessen findet darin stets, wie wir bereits gesagt haben (§. 108), eine unmittelbare Communikation zwischen dem Gefäßsystem mit rothem Blut und dem mit schwarzem Blut, so daß sich die beiden Flüssigkeiten mit einander mischen, und die Organe nur solches Blut erhalten, das durch den Respirationsprozeß nicht vollständig arterieil geworden ist. Das Herz besteht fast immer aus zwei Vorhöfen und einer einzigen Herzkammer, in die sie einmünden. Daher mischen sich das arterielle Blut, das aus den Lungen kommt und von dem linken Vorhofe aufgenommen wird, mit dem venösen Blut, das

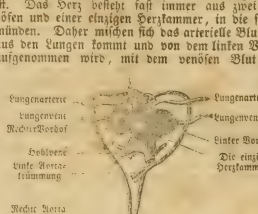


Fig. 271. Das Herz einer Schildkröte.

von den verschiedenen Theilen des Körpers in den entgegengesetzten Vorhof strömt, in der gemeinschaftlichen Kammer. Ein Theil des Gemisches kehrt in die Aorta zu den verschiedenen Organen zurück, die es zu ernähren hat, während ein anderer Theil sich zu den Lungen in Gefäßen begibt, die unmittelbar aus der gemeinschaftlichen Herzkammer oder aus der Aorta selbst entspringen. Bei den Krokodilsarten ist das Herz (Fig. 272) beinahe auf dieselbe Weise, wie bei den Säugethieren und den Vögeln gebildet und zeigt eine Scheidewand, welche die rechte Kammer von der linken trennt, daher zeigt dieses Organ zwei Herzkammern und zwei Vorhöfe; das arterielle Blut mischt sich darin nicht mit dem venösen; allein eine eigenthümliche Einrichtung der Arterien bewerkstelligt diese Mischung in einiger Entfernung vom Herzen, und die Gefäße der ganzen hintern Hälfte des Leibes erhalten kein vollkommen arterielles Blut; denn das in die rechte Herzkammer aufgenommene venöse Blut geht nicht mit seiner ganzen Masse zu den Lungen, wie bei den warmblütigen Wirbelthieren, weil an der Oeffnung der Lungenarterien (ap) ein anders Gefäß (a) besteht, das gleichfalls aus der rechten

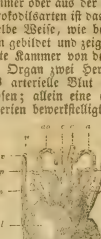


Fig. 272. *

* Das Herz und die beiden Blutgefäße des Krokodils: — vv die Venen, welche das Blut aus den verschiedenen Körpertheilen zum rechten Vorhof des Herzens (od) zurückführen; vd die beiden Herzkammern die unter sich durch eine Scheidewand von einander getrennt sind; — ap die beiden Lungenarterien, die sich von der rechten Herzkammer zu den Lungen begeben; — a ein Gefäß, welches aus derselben Herzkammer tritt und sich mit der absteigenden Aorta vereinigt; — op die Lungenvenen, die das arterielle Blut von den Lungen zum linken Vorhof (og) erzeugen, aus welchen es in die linke Herzkammer herabströmt und hierauf in die Aorta (ao) und die beiden Arterien (ce), die sich an den Kopf u. s. w. begeben, entbringt.

Herzkammer tritt und nach einer hinter dem Herzen gemachten Krümmung in die absteigende Aorta (ao) einmündet. Eine Folge davon ist die, daß bei jeder Contraktion des Herzens ein Theil des venösen Blutes zu den Lungen geschickt wird, während sich ein anderer Theil mit dem arteriellen mischt; aber diese Mischung im Innern der Aorta geht nur unterhalb des Ursprungs der Aeste (co) vor sich, welche dieses Gefäß an den Kopf und den vordern Theil des Rumpfes abgeben läßt, so daß diese Theile reines arterielles Blut erhalten, während alle diejenigen Theile, deren Arterien hinter dem Vereinigungspunkte der Aorta mit dem aus der rechten Herzkammer kommenden Gefäße entspringen, nur ein Gemisch von rothem und schwarzem Blute aufnehmen.

Bis auf die neuere Zeit war man der Meinung, daß dagegen bei andern Thieren dieser Klasse (den Batrachiern) nur eine einzige Herzkammer vorhanden sei; allein man hat jetzt dargethan, daß es deren zwei sind. Was die Art der Vertheilung der Arterien bei den Reptilien betrifft, so begnügen wir uns hier mit der Bemerkung, daß zwei oder mehrere von der rechten zur linken Seite gerichtete Krümmungen oder Bögen vorhanden sind, welche sich bald zur Bildung eines einzigen Stammes (siehe Fig. 41) vereinigen.

§. 467. Die Respiration ist bei den Reptilien nicht sehr lebhaft; die meisten derselben verzehren nur wenig Sauerstoff und können derselben lange beraubt sein, ohne von der Asphyxie befallen zu werden. Uebrigens hat die Temperatur den größten Einfluß auf dieses Phänomen, und es läßt sich das Bedürfniß des Athmens in der warmen Jahreszeit weit mehr fühlen, als in der kalten. So stirbt z. B. ein Frosch, dem man die Luft entzieht, im Sommer in weniger als zwei Stunden, während er im Winter noch mehrere Tage lang fortleben kann. Bei einigen Reptilien bestehen anfänglich, wie wir bald sehen werden, Kiemen; die Lungen entwickeln sich jedoch bald, die Kiemen sterben allmälig gewöhnlich ab und verschwinden, so daß dasselbe Thier zuerst im Wasser und hierauf in der freien Luft athmet: indessen gibt es auch solche Reptilien, die ihr ganzes Leben hindurch die Kiemen neben den Lungen beibehalten und daher eigentliche Amphibien sind; hieher gehören der Proteus (Hypochthon), die Sirene (Siren) und das Axolotl (Siredon) (Fig. 122); doch haben die meisten Reptilien bloß Lungen. Daraus läßt sich aber nicht schließen, daß ihre Respiration immer ausschließlich in der atmosphärischen Luft vor sich gehe; denn bei mehreren dieser Thiere ist auch die Haut ein Respirationsorgan und kann eben sowohl aus die im Wasser aufgelöste Luft, als auf das Sauerstoffgas einwirken. Bei einigen Reptilien ist die Hautrespiration selbst so lebhaft, daß sie in gewissen Umständen zum Leben hinreicht.

Die Lungen sind auf eine Weise organisirt, die für eine große Thätigkeit in ihrer Funktion nicht sehr günstig ist, denn ihre Zellen sind sehr groß, daher auch die Oberfläche der Gefäße, die mit der Luft in Berührung treten soll, nur eine geringe Ausdehnung darbietet. Sie liegen in keiner besondern Höhle, da die Brusthöhle nicht von der Bauchhöhle vermittelst eines Zwerchfells geschieden ist; die Luft erneuert sich darin bloß mit weniger Leichtigkeit und Regelmäßigkeit, als bei den höheren Thieren. Bei manchen Reptilien, z. B. den Fröschen und den Schildkröten, sind die gewöhnlichen Respirationsbewegungen wegen des Nichtvorhandenseins der Rippen oder der Unbeweglichkeit derselben unmöglich; in diesem Falle wird die Luft vermittelst des Schluckens in die Lungen gebracht. Auch ist bemerkenswerth, daß die Schlangen in der Einrichtung ihres Respirationsapparates eine merkwürdige Abweichung von der Regel zeigen, insofern sich der eine Lungenflügel dergestalt im rudimentären Zustand befindet, daß man ihn oft kaum bemerkt, während der andere sehr beträchtliche Dimensionen annimmt (Fig. 273).

§. 468. Sämmtliche Reptilien sind kaltblütige Thiere, d. h. Thiere, welche nicht soviel Wärme entwickeln, um eine Temperatur haben zu können, die um ein Merkliches über der Temperatur der Atmosphäre steht. Ihr ganzer Körper erwärmt oder kühlt sich zugleich mit dem umgebenden Fluidum ab, und die Veränderung in der Temperatur, welche sie auf diese Weise erleiden, üben einen bedeutenden Einfluß auf alle ihre Funktionen aus. Eine Wärme von ungefähr 40 bis 50 Graden wirkt schnell verderblich auf die meisten dieser Thiere, so wie auf der andern Seite die Kälte allen Lebenserscheinungen hemmend entgegentritt. Im Winter können die meisten Reptilien nicht mehr die in ihren Magen aufgenommenen Speisen verdauen und nehmen auch keine Nahrungsmittel mehr auf. Ihre Respiration verzögert sich gleichfalls auf die merkwürdigste Weise. So reicht z. B. während des Winters die Einwirkung der Luft auf die Haut hin, um das Leben eines Frosches zu erhalten; man kann sogar die Lungen eines dieser Thiere ausreißen, ohne dadurch eine Asphyxie herbeizuführen; während sie im Sommer nicht nur der Lungenrespiration, sondern auch noch der Hautathmung bedürfen, und der Tod sehr schnell eintritt, sobald die Luft nicht mehr auf die Haut einwirken kann, oder sich von den Lungen ausgeschlossen findet. Deiters bestimmt auch das Herabsinken der Temperatur bei diesen Thieren einen lethargischen Zustand, der eine Aehnlichkeit mit dem der Winterschläfer hat.

§. 469. Wie die Vögel, so haben auch die Reptilien keine Zitzen, um damit ihre Jungen zu säugen; sie entstehen aus Eier; nur bringen diese manchmal vor dem Legen aus Eies (z. B. bei der Viper der Fall)

Die Entwicklungsweise der meisten Rept. zeigt nichts Abnormes; aber die Frösche, Kröten, Salamander und die andern Batrachier entstehen unter einer Form, die von derjenigen abweicht, die sie später beibehalten, und erleiden daher in ihrer Jugend merkwürdige Metamorphosen. Anfangs gleichen sie sowohl in ihrer äußern Form, als in ihrem innern Bau den Fischen, und erhalten erst allmälig die besondern Charaktere, die der Reptilienklasse eigen sind. So lange sie sich in diesem vorübergehenden Zustande befinden, gibt man ihnen den Namen Froschwürmer oder Alante, und die Metamorphosen, die sie erleiden, sind, je nach den Arten, mehr oder weniger bedeutend. Die Frösche, die Kröten und einige andere ähnlich gebildete Arten zeigen unter allen Batrachiern die vollständigsten Metamorphosen. In dem Augenblick, wo der junge Alant aus dem Ei schlüpft, hat er eine große Aehnlichkeit mit einem jungen Fisch, und kann auch nur im Wasser leben. Sein Kopf ist sehr dick, sein Bauch aufgedunsen und sein der Gliedmaßen beraubter Leib läuft in einem langen und breitgedrückten Schwanz aus; seine Mundöffnung ist noch ein kleines kaum wahrnehmbares Loch, und seine Kiemen bestehen nur in einer Röhre, die zu jeder Seite des hintern Kopftheiles liegen. Diese Kiemen verlängern sich alsbald und theilen sich in Aeste; die Augen lassen sich durch die Haut hindurch sehen, und eine Tranverselspalte zeigt sich unter dem Halse, so daß sie eine

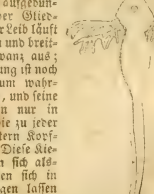


Fig. 274.

Art häutigen Deckels daran bilden. Hierauf verzweigen sich die Kiemen (Fig. 274, b), und die Lippen bedecken sich mit einem hornigen Schnabel, mit dem sie sich an diejenigen Vegetabilien hängen, die ihre Hauptnahrung bilden; doch dauert dieser Zustand nicht lange. Nach einigen Tagen verschwinden die Kiemen, die zu jeder Seite des Halses stehen (Fig. 275), und die Respiration geschieht mittelst kleiner Gefäßbüschchen, die längs der vier unter der Kehle liegenden und dem Zungenbein angehörigen Knorpelbögen stehen. Ein von der Haut bedeckter häutiger Sack schließt diese inneren Kiemen ein, zu welchen das Wasser durch den Mund gelangt, indem dieses durch die Zwischenräume der Zungenbeinbögen hindurchgeht; endlich nachdem diese Flüssigkeit diese Organe benetzt hat, tritt sie durch eine oder zwei äußere Spalten aus, deren Lage je nach den

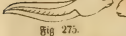


Fig. 275.

Fig. 276.

Fig. 277.

Fig. 278.

Fig. 279.

verschiedenen Arten ein wenig variirt. Der Respirationsapparat gleicht alsdann, wie man sieht, ganz genau dem der Fische. Einige Zeit nachher zeigen sich die Hinterfüße des Alantes und entwickeln sich allmählig (Fig. 276); sie sind schon ziemlich lang, wo man noch keine Vorderfüße bemerkt. Diese letzteren entwickeln sich unter der Haut, welche sie später durchbrechen (Fig. 277). In dieser Periode fällt auch der hornige Schnabel ab und läßt die Kinnladen nackt; der Schwanz fängt an, abzuzehren (Fig. 278), es entwickeln sich die Lungen, und in dem Maße, als diese Organe ausschließlicher der Sitz für die Respiration werden, verschwinden die Kiemen; die Knorpelbögen, von denen sie getragen werden, werden auch zum Theil aufgezehrt; endlich verschwindet der Schwanz vollständig; das kleine Thier nimmt nun die Form an, für die es zeitlebens bestimmt ist (Fig. 279), und verändert seine Lebensweise gänzlich. Aus einem Pflanzenfresser wird es nach und nach ausschließlich ein Fleischfresser, und in dem Maße, als sich seine Metamorphosen ihrem Ende nahen, wird sein Langer und spiralförmig gewundener Nahrungskanal kurz, beinahe gerade und an denjenigen Stellen weiter, welche dem Magen und dem Grimmdarme entsprechen. Der Circulationsapparat erleidet Veränderungen, die denjenigen entsprechen, welche an den Respirationsorganen vor sich gehen. Das Herz der erwachsenen Batrachier besteht, wie das der meisten Reptilien, aus zwei Vorhöfen und einer einzigen Kammer, aus der eine dicke Arterie tritt, die an ihrer Basis zu einer zusammenziehbaren Zwiebel erweitert ist und sich gabelförmig theilt, um die beiden Bögen der Aorta zu bilden; so lange aber das junge Thier bloß durch Kiemen athmet, strömt das aus der

Fig. 280. Das Blutgefäßsystem von dem Alanten eines Salamanders. *

Fig. 281. **

Fig. 282. ***

* Fig. 280. a die Arterie, die aus der Herzkammer tritt und sich in sechs Aeste (ab) theilt, welche sich an die drei Kiemenpaare begeben und sich darin verzweigen (man nennt sie Kiemenarterien); — br die Kiemen, in welchen man die Kiemenarterien sich verzweigen und die Kiemenvenen (vb) entstehen sieht, welche letzteren das Blut nach seinem Durchgang durch die Lamellen der Kiemen aufnehmen; die Venen der zwei letzteren Kiemenpaaren vereinigen sich, um zu jeder Seite ein Gefäß (c) abzugeben, welches, indem es mit dem Gefäß der entgegengesetzten Seite anastomosirt, die Bauchaorta oder die Rückenarterie (ao) bildet, welche ihre Richtung nach hinten nimmt und das Blut an den größten Theil des Körpers vertheilt; die Kiemenvene des ersten Kiemenpaares krümmt sich vorwärts und führt das Blut gegen den Kopf (vl); — 1 ein kleiner, außerordentlich feiner anastomosirender Zweig, welcher die Kiemenarterie und die Kiemenvene unter sich und mit der Basis der ersten Kieme vereinigt und welcher durch seine spätere Erweiterung dem Blute einen Uebergang von dem ersteren dieser Gefäße in das zweite gestattet, ohne durch die Kieme zu strömen; — 2 ein kleiner anastomosirender Zweig, welcher auf dieselbe Weise den Uebergang zwischen der Kiemenarterie und der Kiemenvene des zweiten Paares vermittelt; — 3 ein Gefäß, welches durch seine Vereinigung mit einem mehr nach innen gelegenen Netz die Arterie und die Vene der dritten Kiemen verbindet; — o Augenhöhlenarterie; — ap Lungenarterien im Rudiment.

** Fig. 281. Dieselben Theile bei einem Alanten, dessen Kiemen an ihrer Athmung für die Respiration zu verlieren beginnen, und von dem ein Theil des Blutes von dem Herzen an die verschiedenen Körpertheile abgeht, ohne jene Organe zu durchströmen. Die gleichen Buchstaben zeigen auch die gleichen Gefäße, wie in der vorhergehenden Figur, an, und man wird bemerken, daß die anastomosirenden Aeste (1, 2, 3), die bei dem vorhergehenden Alant Capillargefäße waren und nur eine geringe Blutmenge hindurchströmen lassen konnten, hier ziemlich dick sind, und es scheinen die vom Herzen kommenden Arterien sich eher mit ihnen, als mit den Kiemengefäßen fortzusetzen. Auch die Lungenarterien sind hier sehr entwickelt.

*** Fig. 282. Die gleichen Theile bei dem vollkommenen Thier, welche durch die gleichen Buchstaben angezeigt sind; die Blutgefäße, die bei dem Alant sich an zwei Kiemen des zweiten Paares begeben, seyen sich jetzt mit der Aorta vermittelst anastomosirender Kiemen (br 2) fort, und bilden auf diese Weise die beiden Aortabögen.

Herzkammer gestoßene Blut in diese Organe und begiebt sich von da größtentheils in die Rückenarterie, deren Aeste sich in den verschiedenen Organen verzweigen (Fig. 280). Daß das Blut bei den Fischen denselben Weg verfolgt, haben wir bereits §. 109 gesehen; sobald sich aber die Lungen entwickeln, wird auch die Einrichtung des Gefäßapparates ein anderer; es bildet sich eine direkte Verbindung zwischen den Arterien, welche das Blut in die Kiemen bringen, und denjenigen Arterien, die es von den Kiemen wieder aufnehmen, so daß die ernährende Flüssigkeit nicht mehr genöthigt ist, jenen Kiemenapparat zu durchströmen, um in die Rückenarterie und von da in die verschiedenen Körpertheile zu gelangen. Die Arterie (a), die aus der Herzkammer tritt, und die man zuerst einer Kiemenarterie vergleichen könnte, bildet alsdann den Anfang eines Rückengefäßes und mit demselben eine vertikale Aorta, aus der sich zu gleicher Zeit gewisse Aeste, die sich zu den Lungen begeben, entwickeln und die Lungencirculation vermitteln. Die Kiemengefäße obliteriren endlich, und es bildet sich nun eine Circulation, die beinahe der Circulation der andern Reptilien gleich ist. Das von allen Theilen des Körpers zurückströmende venöse Blut wird in die Herzkammer durch einen der Vorhöfe gegossen und mischt sich darin mit dem aus den Lungen kommenden und in dieselbe Herzkammer durch den andern Vorhof gestoßenen arteriellen Blute. Dieses Gemisch bringt in die Aorta ein, und ein kleinerer Theil desselben begibt sich zu den Lungen, während ein größerer an die verschiedenen Organe des Thieres geht.

§. 470. Es gibt gewisse Batrachier, die weniger vollständige Metamorphosen erleiden. So erhalten z. B. die Salamander (Fig. 283), wie die Frösche, mit der Zeit Gliedmaßen und verlieren ihre Kiemen, behalten aber zeitlebens ihren Schwanz; und wie wir bereits gesagt haben, so gibt es unter diesen Reptilien auch einige, die in Beziehung auf die Respirationsweise immer im Alantenzustand bleiben, insofern ihre Kiemen das ganze Leben hindurch fortbestehen.

Fig. 283. Der Wassersalamander (Triton).

§. 471. Gewöhnlich verlassen die Reptilien ihre Eier sogleich nach dem Legen; die Ausbrütung derselben geschieht bloß mit Hülfe der atmosphärischen Wärme; indessen gibt es in dieser Beziehung eine merkwürdige Ausnahme: eine große indische Schlange, die mit den Riesenschlangen und den Nattern verwandt ist und unter dem Namen Abgottschlange (Pithon) vorkommt, brütet ihre Eier selbst aus, und

Fig. 284. Die Pipa (Pipa).

während sie um ihre Eier gewunden liegt, entwickelt sie eine so große Wärmemenge, daß die Temperatur ihres Körpers sich manchmal auf mehr als 40 Grade erhebt. Ein anderes, den Kröten verwandtes Reptil, nämlich die Pipa (Pipa) (Fig. 284), verdient wegen einer gewissen eigenthümlichen Sitte hier gleichfalls bezeichnet zu werden: dieses Thier lebt im erwachsenen Zustande auf dem Lande, entsteht aber unter der Form eines Alantes, und muß als solcher im Wasser leben: das Männchen legt nun die Eier im Augenblick, wo sie abgesetzt werden, auf den Rücken des Weibchens, dessen Haut durch die Berührung dieser Körper gereizt wird, wodurch sie aufblaht und Zellen bildet, in welchen die Jungen aus den Eiern schlüpfen; die so beladene Mutter begibt sich alsdann in das Wasser und bleibt daselbst, bis ihre Jungen mit den Metamorphosen zu Ende sind; erst alsdann verlassen die jungen Pipa's ihre Zellen und leben, wie ihre Mutter, auf dem Land.

§. 472. Die Reptilien zeigen unter sich, wie wir gesehen haben, sehr große anatomische und physiologische Unterschiede; und damit die Classification dieser Thiere auch die verschiedenen Grade der Aehnlichkeit oder Unähnlichkeit der Reptilien unter sich ausdrücke, so muß man sie zuerst in zwei Gruppen oder zwei untergeordnete Klassen theilen, nämlich:

1) In die gewöhnlichen Reptilien, welche zeitlebens mit Lungen versehen sind, niemals im Wasser athmen und keine Metamorphosen erleiden;

2) in die amphibienartigen Reptilien, welche anfangs mit Kiemen athmen und zu einem Aufenthalt im Wasser geeignet sind, aber keine Metamorphosen erleiden, und wenn sie erwachsen sind, Lungen besitzen.

Die gewöhnlichen Reptilien theilen sich wieder in drei Ordnungen: in die Schildkröten (Chelonii), die Eidechsen (Saurii) und die Schlangen (Ophidii).

§. 473. Die Schildkröten (Chelonii) haben Rippen, die unbeweglich und mit den Rückenwirbeln zur Bildung eines Rückenschildes (Fig. 258) verbunden sind: der Leib ist auch von unten mit einem Panzer, dem sogenannten Brustschilde, bedeckt (Fig. 255); der Mund ist der Zähne beraubt und dafür mit einem hornartigen Schnabel besetzt, die Haut fast immer mit großen schuppenartigen Platten bedeckt; sie haben vier Füße, die unter sich ziemlich ähnlich sind.

§. 474. Die Eidechsen (Saurii) und die Schlangen (Ophidii) haben dagegen bewegliche Rippen und Rückenwirbel und zeigen weder Rücken- noch Brustschild; sie haben keinen hornartigen Schnabel; der Mund ist stark gezähnt und die Haut schuppig. Sie sind also von den Schildkröten bedeutend verschieden, aber unter sich bedeutend ähnlich, denn man unterscheidet sie besonders durch das Vorhandensein oder den Mangel der Füße, welche stufenweise so verschwinden, daß man von ihnen noch Spuren selbst bei gewissen Thieren findet, welche sich derselben nicht mehr zur Ortsbewegung bedienen. Wie dem auch sei, man gibt den Namen Schlangen (Ophidii) solchen Reptilien, die keine Gliedmaßen mehr besitzen, und nennt dagegen Eidechsen (Saurii) solche, die im Besitz derselben sind (Fig. 285), und die daher unsern

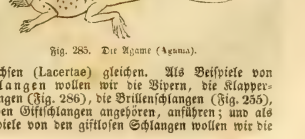


Fig. 285. Die Agame (Agama).

Eidechsen (Lacertae) gleichen. Als Beispiele von Schlangen wollen wir die Vipern, die Klapperschlangen (Fig. 286), die Brillenschlangen (Fig. 255), die den Giftschlangen angehören, anführen; und als Beispiele von den giftlosen Schlangen wollen wir die

Nattern, die Riesenschlangen und die Abgottschlangen angeben. Die Ordnung der Eidechsen begreift die

Fig. 286. Die Klapperschlange (Crotalus).

Krokodile (Fig. 252), die Eidechsen, die Chamäleon's

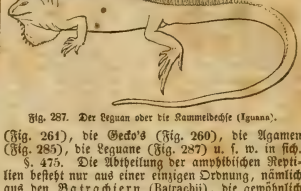


Fig. 287. Der Leguan oder die Kammeidechse (Iguana).

(Fig. 261), die Gecko's (Fig. 260), die Agamen (Fig. 285), die Leguane (Fig. 287) u. s. w. in sich.

§. 475. Die Abtheilung der amphibischen Reptilien besteht nur aus einer einzigen Ordnung, nämlich aus den Batrachiern (Batrachii), die gewöhnlich an der Nacktheit ihrer Haut leicht zu erkennen sind. Man reiht in diese Gruppe die Frösche (Ranae), die gemeinen Laubfrösche (Hylae arboreae) (Fig. 259), die gemeine Kröte (Bufo vulgaris) (Fig. 254), die Pipa's (Pipae) (Fig. 284), den Erdsalamander (Salamandra) und den Wassersalamander (Triton) (Fig. 283), den Proteus (Hypochthon), den Axolotl (Siredon) (Fig. 122) u. s. w., sowie auch die Blindwühle (Coecilia), welche wegen ihrer allgemeinen Körperform den Schlangen gleicht.

Die Klasse der Fische.

§. 476. Die vierte und letzte Klasse der Wirbelthiere begreift die Fische in sich.

Diese Thiere sind, wie Zedermann weiß, dazu bestimmt, im Wasser zu leben; dieser Umstand hat ihrer ganzen Organisation ein besonderes Gepräge gegeben. Aber die wichtigsten Unterschiede, welche sie bei der Vergleichung mit andern Wirbelthieren darbieten, bestehen in der Bildung des Respirations- und Circulationsapparates. Sie besitzen niemals Lungen, sondern athmen durch Kiemen. Ihr Herz schließt bloß zwei Höhlen ein und nimmt nur venöses Blut auf, welches nach der Berührung mit dem Sauerstoff in ein Rückengefäß strömt, wo keine neue bewegende Kraft seine Strömung zu den verschiedenen Körpertheilen beschleunigt (siehe §. 109). Es kann demnach ihre Circulation nicht ebenso lebhaft, als bei den höheren Thieren sein, auch ist ihr Blut kalt, wie das der Reptilien. Ihre Haut ist nackt und nur mit Schuppen bedeckt; sie haben keine Brüste und entstehen aus Eiern; ihre Gliedmaßen sind in Flossen umgewandelt.

§. 477. Die äußere Form der Fische ändert sich zwar ab, aber in der Regel ist ihr Leib überall gleich dick. Der Kopf, der ebenso dick ist als der Rumpf, ist von demselben durch keine dem Halse der höheren Thiere ähnliche Verengung getrennt; auch unterscheidet sich ihr Schwanz wegen seiner Dicke an der Basis nicht von dem übrigen Körper. Einigen Fischen fehlen die Flossen ganz; aber bei fast allen sieht man eine beträchtliche Zahl dieser Organe theilweise auf der Mittellinie des Bauches oder des Rückens und daher unpaarig, theilweise auf beiden Seiten und paarweise geordnet, stehen (Fig. 288). Diese letzteren stellen die vier Gliedmaßen der andern Wirbelthiere dar; die Vorderglieder, die dem Arme des Menschen und dem Flügel des Vogels entsprechen, stehen auf jeder Seite des Rumpfes unmittelbar hinter dem Kopfe und werden Brustflossen (pinnae pectorales) genannt. Die weniger von einander entfernten Bauchgliedmaßen (v) nehmen im Allgemeinen die untere Seite des Leibes ein und können mehr oder

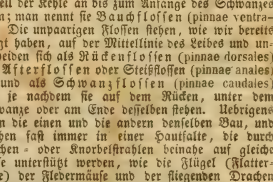


Fig. 288. *

weniger nach vornen oder nach hinten von dem Untertheil der Kehle an bis zum Anfange des Schwanzes stehen; man nennt sie Bauchflossen (pinnae ventrales). Die unpaarigen Flossen stehen, wie wir bereits gelagt haben, auf der Mittellinie des Leibes und unterscheiden sich als Rückenflossen (pinnae dorsales) (d), Afterflossen oder Steißflossen (pinnae anales) (a) und als Schwanzflossen (pinnae caudales) (c), je nachdem sie auf dem Rücken, unter dem Schwanze oder am Ende desselben stehen. Uebrigens haben die einen und die andern denselben Bau, und bestehen fast immer in einer Hautfalte, die durch Knochen- oder Knorbelstrahlen beinahe auf gleiche Weise unterstützt werden, wie die Flügel (Flatterhäute) der Fledermäuse und der fliegenden Drachen durch die Finger oder die Rippen.

An der äußern Oberfläche des Körpers bemerkt man auch große Spalten, die zu jeder Seite unmittelbar hinter dem Kopfe liegen und zum Austritt des Wassers dienen, das die Kiemen (o) bespült hat: diese Spalten sind die Kiemenöffnungen. Gewöhnlich findet sich nur eine auf jeder Seite; ihr vorderer Rand ist beweglich und gleicht einer kleinen Fallthüre. Auf der ganzen Körperlänge findet sich zu jeder Seite

* Der kleine Rothbart (Mullus barbatus), um damit die verschiedenen Flossen zu zeigen: — p die Brustflosse; — v die Bauchflosse; — d¹ die erste Rückenflosse; — d² die zweite Rückenflosse; — c die Schwanzflosse; — a die Afterflosse; — o eine Kiemenöffnung; — b die Bartfäden der untern Kinnlade.

eine Reihe Poren, welche die Seitenlinie genannt wird.

§. 478. Die Haut ist manchmal beinahe nackt, aber fast immer mit Schuppen bedeckt. Zuweilen haben diese Schuppen die Form rauher Körner, ein anderes Mal sind es sehr dicke Röhren oder dicke Platten, gewöhnlich aber haben sie das Aussehen sehr dünner Lamellen, die wie Dachziegel über einander liegen und in die Falten der Leberhaut eingefügt sind. Man kann sie mit unsern Nägeln vergleichen; nur enthalten sie weit mehr Kalksalzen. Was die Farbe betrifft, womit diese Thiere bemalt sind, so sehen sie uns ebensosehr durch ihre Mannigfaltigkeit, als durch ihren Glanz in Bewunderung. Bald können sie nur dem glänzendsten Golde oder Silber verglichen werden, bald hellen sie ein prachtvolles Grün, Blau, Roth oder Schwarz dar. Der silberglänzende Stoff, der ihnen oft einen so schönen Metallglanz verleiht, wird durch die Lederhaut ausgeschieden und besteht aus einer Menge kleiner glatten Blättchen.

§. 479. Das Skelet der Fische besteht gewöhnlich aus Knochen; aber bei mehreren derselben, z. B. dem Rochen und dem Haifisch, bleibt es beständig im faserknorpeligen oder knorpeligen Zustand; ja es gibt sogar Fische, wo dieses Skelet eine noch geringere Festigkeit darbietet und durchaus häutig bleibt: hieher gehören gewisse Lampreten, die in dieser Beziehung den Uebergang von den Wirbelthieren zu den wirbellosen Thieren bilden.

§. 480. Die Knochen zeigen niemals einen Markkanal, auch ist die Knorbelsubstanz, welche die Grundlage derselben bildet, nicht der Knorpelsubstanz der Säugethiere und der Vogel ähnlich; denn läßt man sie in heißem Wasser kochen, so liefert sie keine Gallerte.

Das Skelet ist aus dem Kopfe, mit welchem ein sehr entwickelter und zur Respiration dienlicher Zungenbeinapparat verbunden ist, ferner aus dem Stamm oder Rumpf und aus den Gliedmaßen zusammengesetzt.

Fig. 289. Das Skelet des Flußbarsches (Perca fluviatilis L.).

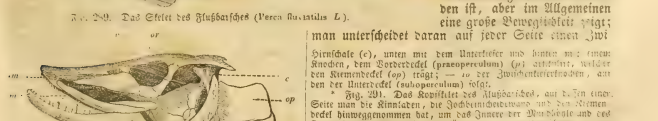


Fig. 290. Die Kopfknochen des gemeinen Hechts (Esox lucius L.). *

* c Hirnschale; — or Augenhöhle; — n Nasenhöhlen; — im Zwischenkieferknochen; — m Oberkieferknochen; — t eine seitliche Schirmwand, welche die Wange von dem Munde trennt und vornen mit dem Pflugschaarbein vermittelst der Gaumenbögen, wovon man einen Theil oberhalb des Kiemerknochens bemerkt, oben mit der §. 481. Der Kopf zeigt einen sehr zusammengesetzten Bau: zuerst bemerkt man an demselben einen mittleren Theil, der aus zahlreichen Knochen besteht, die unter sich durch Nähte verbunden sind und gleichsam ein unbewegliches Schiffchen bildet, an welchem die Kieferknochen, die Backenknochen u. s. w. hängen. Da dieser mittlere Theil, dessen gewöhnliche Form beinahe die einer vierseitigen Pyramide ist, seine Spitze nach vornen kehrt, so stellt er nach hinten die Hirnschale (c) dar, in welcher nicht nur das Gehirn, sondern auch der Gehörapparat liegt. In der Mitte ist er durchbrochen, um dadurch die Augenhöhlen (or) zu bilden; vornen bemerkt man Grübchen, die dem Geruchsapparate (n) angehören und einen Knopf, der aus dem Pflugschaarbein gebildet ist und zum Tragen des Oberkiefers (Fig. 291, v) dient. Man unterscheidet daran Knochen, die dem

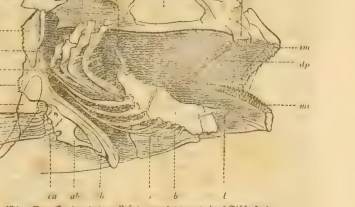


Fig. 291. Der Kopf und der Respirationsapparat eines Fisches. *

Hinterhauptbein, den Schläfenbeinen, dem Keilbein, den Scheitelbeinen, dem Stirnbein, dem Siebbein und dem Pflugschaarbein entsprechen; doch sind die meisten dieser Theile aus mehreren Stücken zusammengesetzt, die niemals Nähte zeigen, wie bei den jungen Säugethieren und Vögeln.

Am vorderen Ende dieses Kopftheiles befindet sich der Oberkiefer, welcher zwar manchmal unbeweglich damit verbunden ist, aber im Allgemeinen eine große Beweglichkeit zeigt; man unterscheidet daran auf jeder Seite einen zwi

Hirnschale (c), unten mit dem Unterkiefer und hinten mit einem Knochen, dem Vorderdeckel (praeoperculum) (p) zusammen, welcher den Kiemendeckel (op) trägt; — im der Zwischenkieferknochen, auf den der Unterdeckel (subopercullum) folgt.

* Fig. 291. Das Kopfskelet des Flußbarsches, auf beiden einer Seite man die Kinnladen, die Backenschirmwand und den Kiemendeckel hinweggenommen hat, um das Innere der Mundhöhle und des Zungenbeinapparates zeigen zu können; — c der Hirnkasten; — o eine Augenhöhle; — v das (mit Zähnen besetzte) Pflugschaarbein; — im der Oberkiefer; — dp Zähne, die auf dem Gaumenbogen stehen; — m der Unterkiefer; — t das Zungenbein; — b die seitlichen Aeste des Zungenbeinapparates; — s ein Schenkel, der zum Tragen dieser Aeste an der innern Seite der Backenschirmwand dient; — r die Kiemenstrahlen; — a Kiemenbogen; — ph obere Schlundkopfknochen; — ar die Gelenkfläche des bereits erwähnten Schirmwand; — von a bis h der knochene Gürtel, welcher die Brustflossen (p) trägt; — o und o' das in zwei Stücke getheilte Schulterblatt; — h der Oberarm; — ad der Vorderarm; — ca die Handwurzelknochen; — co der Nebenschnabelfortsatz.

schenkieferknochen (im), der an der Mittellinie liegt und einen Kieferknochen (m), der sich seitlich hinstreckt und an dem ersteren unbeweglich bleibt.

Von jeder Seite des vordern Winkels der Augenhöhle bis zu ihrem hintern Winkel streckt sich eine Kette kleiner Knochenstückchen hin und vervollständigt auf diese Weise den Kreis der Augenhöhle. Weiter innen bemerkt man auch zu jeder Seite eine vertikale Scheidewand, welche an der Hirnschale hängt und sowohl die Augenhöhlen als die Wangen von dem Munde trennt. Sie ist aus Knochen gebildet, die eine Analogie mit den Gaumenbeinen, dem Flügelfortsatz, den Knochen, die zur Paukenhöhle gehören, u. s. w. haben, und artikulirt mit der Hirnschale in zwei Punkten (auf dem Pflugscharbein und auf den Schläfenbeinen). An ihrem Unterheil gibt sie dem Unterkiefer einen Anhepunkt und verlängert sich nach hinten so, daß sie einen beweglichen Deckel bildet, der den Respirationsapparat beschützt und Kiemendeckel (operculum) genannt wird. Drei Stücke bilden auf jeder Seite die untere Kinnlade, welche durch ihre concave Fläche mit dem schon erwähnten Jochbeinapparat artikulirt. Innen an jenen seitlichen Scheidewänden und im Hintergrund der Mundhöhle befindet sich ein sehr zusammengesetzter Apparat, der als Anhepunkt für die Kiemen oder zum Schutze derselben dient und aus einem außerordentlich entwickelten Zungenbein gebildet zu sein scheint (Fig. 291). Das Zungenbein (l) setzt sich rückwärts mit einer Reihe Mittelstücke fort und artikulirt zu jeder Seite mit einem sehr langen und dicken Ast (b), der an seinem entgegengesetzten Ende an der innern Seite der bereits erwähnten seitlichen Scheidewand des Kopfes hängt.

Diese aus mehreren Knochen gebildeten Aeste tragen an ihrem unteren Rande eine Reihe platter und gebogener Strahlen (r), welche mit den Kiemendeckeln zur Ergänzung der Kiemenhöhlenwandungen beitragen und unter dem Namen Kiemenstrahlen bekannt sind. Hinter diesen Aesten gehen von dem mittleren Theile des Zungenbeinapparates vier Paar knöcherner Bögen (a) ab, welche ihre Richtung nach außen nehmen, hierauf sich aufwärts und zugleich einwärts krümmen und sich an der Basis der Hirnschale mittelst einiger kleinen Knochen, die man obere Schlundkopfknochen (ph) nennt, befestigen. Diese Bögen tragen die Kiemen und werden aus diesem Grunde Kiemenbögen genannt. Hinter den Kiemen des letzten Paares, am Eintritt in die Speiseröhre, bemerkt man noch zwei untere Schlundkopfknochen, die sich gewöhnlich an die vorhin erwähnten oberen Schlundkopfknochen anlegen können.

Dies ist im Allgemeinen der complizirte Bau des Kopfskelets der Fische. Zuweilen kommen Abweichungen daran vor: so verlängert sich z. B. der Oberkiefer der Schwertfische und einiger andern dem Thunfisch (Thynnus) benachbarten Fische zu einem langen Schnabel der mit einem Spieße oder einem Schwerte

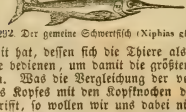


Fig. 292. Der gemeine Schwertfisch (Xiphias gladius).

Aehnlichkeit hat, dessen sich die Thiere als einer starken Waffe bedienen, um damit die größten Seethiere anzufallen. Was die Vergleichung der verschiedenen Theile des Kopfes mit den Kopfknochen der Säugethiere betrifft, so wollen wir uns dabei nicht aufhalten, weil in dieser Beziehung noch viele Ungewißheit herrscht.

§. 482. Die Wirbelsäule stellt nur zwei verschiedene Theile, nämlich den Rückentheil und den Schwanztheil, dar (Fig. 289); denn es fehlt hier sowohl der Hals als das Kreuzbein. Der Wirbelkörper hat eine besondere Form: er zeigt vornen und hinten eine konische Grube; diese beiden Gruben vereinigen sich manchmal so, daß sie sich in ein Loch umwandeln, und die aus der Juxta-positio der beiden benachbarten Wirbeln hervorgehenden polsterten konischen Grube ist mit einer weichen Substanz angefüllt. Ueber dem zum Durchgang des Rückenmarks bestimmten Ringe erhebt sich ein Dornfortsatz; auch gewahrt man gewöhnlich auf jeder Seite einen mehr oder weniger deutlich ausgesprochenen Querfortsatz, der oberhalb der Bauchhöhle nach außen tritt und gewöhnlich mit der entsprechenden Rippe artikulirt, aber im Schwanztheil der Wirbelsäule sich abwärts richtet und mit dem Querfortsatz der entgegengesetzten Seite einen Ring bildet, aus dessen unterem Theil ein langer Dornfortsatz entspringt, der dem auf der Rückseite der Wirbelsäule gelegenen ähnlich ist.

Die Rippen fehlen manchmal; zuweilen umschließen sie den ganzen Unterleib und bei einigen wenigen Fischen schließen sie sich an eine Reihe unparairger Knochen an, welche man als ein Brustbein betrachten muß. Oft tragen sie einen oder zwei Stiele, die auswärts laufen und in das Fleisch eindringen.

Zuweilen finden sich ähnliche Stiele, die von dem Körper der Wirbeln ausgehen: bei einigen Gathungen, z. B. den Häringen, werden auf diese Weise die Gräte der Fische sehr zahlreich.

Endlich findet man noch auf der Mittellinie des Körpers eine gewisse Anzahl Knochen, die sogenannten Zwischengräten (Fig. 293, i), welche ge-

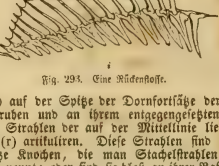


Fig. 293. Eine Rückenflosse.

wöhnlich auf der Spitze der Dornfortsätze der Wirbel aufruhen und an ihrem entgegengesetzten Ende mit den Strahlen der auf der Mittellinie liegenden Flossen (r) artikuliren. Diese Strahlen sind entweder spitze Knochen, die man Stachelstrahlen (radii spinosi) nennt; oder sind sie bloß an ihrer Basis verknöchert, die alsdann eine Menge kleiner Glieder bilden und häufig gegen das Ende hin verzweigt sind. Diese letzteren Anhänge werden Weichstrahlen oder Gliederstrahlen (radii articulati) genannt: sie bilden immer die Schwanzflosse (Fig. 289), und zuweilen sind nur diese Strahlen vorhanden.

§. 483. Die festwärts stehenden Flossen, welche die Gliedmaßen der übrigen Wirbelthiere vertreten, laufen in Strahlen aus, die den Strahlen der senkrechten Flossen ähnlich sind und den Fingern entsprechen. Bei der Brustflosse findet man an der Basis dieser Anhänge eine querlaufende Reihe von 4 bis 5 kleinen platten Knochen (ca, Fig. 291), die man den Knochen der Handwurzel vergleichen kann, und welche auch wieder an zwei platte Knochen (ab) befestigt sind, welche die Speiche und das Ellenbogenbein zu sein scheinen. Dieser Apparat wird von einem unmittelbar hinter den Kiemenöffnungen liegenden Knochengürtel getragen, auf welche sich der Kiemendeckel wie auf eine Thüreinfassung legt: er ist aus drei in einer Reihe liegenden Knochen zusammengesetzt, die sich von der Hirnschale bis zum Zungenbeinapparat erstreckt, und trägt hinten einen langen Schenkel. Das Hauptstück in dieser Zusammensetzung ist ein Knochen, der den Vorderarm trägt und daher dem Oberarm (h)

verglichen werden kann; er vereinigt sich unten mit dem der entgegengesetzten Seite und mit einer auf der Mitte des Zungenbeinapparates liegenden Verlängerung, und hält an der Hirnschale vermittelst zweier Knochen fest, die Cuvier als dem Schulterblatt entsprechend betrachtet (o). Der Schenkel endlich, welcher davon ausgeht und sich rückwärts zu beiden Seiten des Körpers fortsetzt, ist gewöhnlich aus zwei Stücken gebildet und kann einem Rabenschnabelfortsatz (co) verglichen werden.

Die hinteren Gliedmaßen (Fig. 285) sind dagegen weniger zusammengesetzt; die Strahlen der Bauchflossen werden nur von einem einzigen Knochen getragen, der gewöhnlich triangulär gestaltet ist und sich vornen an die mittlere Verbindung des Knochengürtels der Brustgliedmaßen heftet, aber manchmal auch im Fleisch eingeschlossen bleibt.

§. 484. Bei den Knorpelfischen, z. B. bei den Rochen und den Haien, ist der Bau des Skeletes von dem beschriebenen verschieden und zeigt dagegen eine sehr große Aehnlichkeit mit dem noch knorpeligen Skelet der Ahnte. Die Hirnschale zeigt keine Nähte und besteht nur aus einem einzigen Stück, das übrigens beinahe wie die Hirnschale eines gewöhnlichen Fisches gestaltet und ausgehöhlt ist. Die obere Kinnlade ist aus Knochen gebildet, die eine Aehnlichkeit mit den Gaumenknochen und dem Pflugscharbein haben; die Kieferknochen und die Zwischenkieferknochen bestehen entweder gar nicht oder finden sie sich nur im rudimentaren Zustand unter der Haut versteckt. Die untere Kinnlade zeigt gleichfalls nur ein einziges Stück auf jeder Seite, und gewöhnlich fehlt der Kiemendeckelapparat vollständig. Die Wirbelsäule ist bisweilen gröstentheils aus einer einzigen Röhre gebildet, die auf jeder Seite wegen des Durchgangs der Nerven durchbohrt, aber in keine besondere Wirbel getheilt ist; häufig ist auch der Körper der Wirbelbeine ganz durchbohrt, so daß die gallertartige Masse, welche die Zwischenräume dieser Knochen ausfüllt, einen fortlaufenden Strang bildet. In Beziehung auf den Knochenbau der Schulter, des Beckens und der Flossen ist zu bemerken, daß er variirt. Der Zungenbeinapparat, der die Kiemen trägt, ist gewöhnlich auf beinahe gleiche Weise, wie bei den gewöhnlichen Fischen, gebaut; jedoch fehlen die Kiemenbögen bei den niederen Arten (z. B. bei den Lampreten).

§. 485. Die meisten Fische schwimmen mit einer großen Behendigkeit; so vermißt man, daß z. B. der Lachs (Salmo Salar *L.*) manchmal mit einer solchen Geschwindigkeit schwimme, daß er in einer Sekunde 8 Meter, und in einer Stunde 30,000 bis 40,000 Meter zurücklege. Auf diese Weise bewegen sie sich gewöhnlich, indem sie das Wasser durch die abwechslungsweisen Biegungen des Schwanzes und Rumpfes auf die Seite stoßen; auch sind die Muskeln, die zu den seitlichen Bewegungen der Wirbelsäule bestimmt sind, so sehr entwickelt, daß sie gewöhnlich den größern Theil der Körpermasse bilden. Die in der Mittelebene liegenden Flossen, d. h. die Schwanz-, Rücken- und Afterflossen, unterstützen noch das Vorwärtsrudern, während die Seitenflossen, d. h. die Brust- und Bauchflossen, nur wenig zum Vorwärtsschreiten beitragen, und ihr Hauptzweck im Allgemeinen darin besteht, daß sie die Richtung des Laufes bestimmen und besonders, daß sie das Thier im Gleichgewicht erhalten.

§. 486. Eine Eigenthümlichkeit in der Organisation der Fische, die ihnen beim Schwimmen sehr gut zu Statten kommt, ist das Vorhandensein einer mit Luft gefüllten häutigen Blase, die nach Belieben comprimirt werden kann. Diese im Bauche unterhalb des Rückgrates liegende **Schwimmblase** steht gewöhnlich mit der Speiseröhre oder dem Magen mittelst eines Kanales in Verbindung, durch welchen die in ihrem Innern enthaltene Luft entweichen kann; doch scheint dieses Fluidum nicht auf diesem Wege einzudringen; denn sie ist das Produkt einer Sekretion, die in einem drüsigen Theile der Wandungen jenes Behälters selbst vor sich geht. Diese elastische Blase wird durch die Bewegungen der Rippen mehr oder weniger zusammengepreßt und gibt je nach ihrem Volumen dem Fische ein specifisches Gewicht, das gleich, größer oder geringer als das des Wassers ist, und läßt ihn daher in dieser Flüssigkeit im Gleichgewicht schweben, abwärts- oder aufwärtssteigen. Sie ist häufig gar nicht vorhanden und gewöhnlich sehr klein bei solchen Arten, die tief unten im Wasser zu schwimmen oder sogar sich im Schlamme einzugraben bestimmt sind, wie z. B. der Rochе, die Zunge (Pleuronectes Solea), der Steinbutt (Pleuronectes maximus *L.*) und der Aal.

Bei einigen Fischen sind die Brustflossen so außerordentlich entwickelt, daß sich diese Thiere einige Augenblicke über dem Wasser zu erhalten vermögen, wenn sie sich aus demselben emporschnellen. Ein Beispiel dieser Art hat uns bereits der Flughahn (Fig. 87) geliefert. Auch gibt es einige Fische, welche durch Kriechen oder Sprünge sich auf dem Boden fortbewegen können. Selbst solche führt man an, die auf die Bäume klettern; diese Beispiele sind jedoch sehr selten.

Da wir gerade die Bewegungsorgane der Fische abhandeln, so können wir hier nicht unterlassen, eines sehr eigenthümlichen Apparates zu erwähnen, den man bei einigen Fischen sehen kann, und womit sich diese Thiere mit großer Kraft an frembartige Gegenstände hängen können. Dieser Apparat besteht in einer breiten Scheibe, welche den Vordertheil des Kopfes bedeckt und aus einer gewissen Anzahl Knorpelplättchen besteht, die eine schiefe Richtung nach hinten nehmen und beweglich sind (Fig. 294). Die Fische aus der

Fig. 294.

Fig. 295. Der Remora (Echeneis Remora *L.*).

Gattung der Schiffshalter (Echeneis *L.*) sind die einzigen, die eine solche Organisation aufweisen, und einer von ihnen, der im mittelländischen Meer und im großen Ocean lebt, ist schon seit langer Zeit unter dem Namen Remora (Echeneis Remora *L.*) berühmt (Fig. 295); seine Geschichte ist übrigens voll von Fabeln. So hat man z. B. behauptet, daß sich dieser kleine Fisch durch Saugen mittelst der vorhin erwähnten Scheibe ernähre, und hat ihm das Vermögen zugeschrieben, das schnellste Schiff in seinem Laufe plötzlich anhalten zu können. Eine mit der vorhergehenden verwandte Art kommt häufig in den Gewässern von Ile de France vor, und es scheint, daß man diesen Fisch an den Küsten der Kafferei zum Fischfang gebraucht, indem man ihn zur Verfolgung der Fische aussetzt und ihn mit Hülfe einer an seinen Schwanz gebundenen Schnur zurückzieht, sobald er sich an seine Beute festgesaugt hat.

§. 487. Das Leben eines Fisches geht fast ganz in der Sorge für seine Nahrung und in der Flucht vor seinen Feinden auf; seine äußeren Sinne scheinen ihm nur sehr schwache und allgemeine Eindrücke zu geben, und seine Fähigkeiten sind sehr begränzt; man bemerkt an ihm weder einen Kunsttrieb, noch überhaupt einen ausgezeichneten Instinkt. Sein Gehirn ist nur wenig entwickelt, sowie sich auch seine Sinnesorgane als sehr unvollkommen zeigen. Die Hirnschale ist in Beziehung zur Körpermasse klein, und dennoch ist diese beinahe gar nicht von einem Gehirn

angefüllt. Zwischen den Wandungen der Hirnschale und dem Gehirne findet man eine schwammige Fettmasse von beträchtlichem Umfange, besonders bei den erwachsenen Individuen. Die Lappen, aus denen das Gehirn besteht, liegen in einer Reihe an einander, so daß das Gehirn oft wie ein doppelter Rosenkranz aussieht. Man unterscheidet ein kleines Gehirn, Hirnlappen, Sehhügel, Riechlappen und hinter allen diesen Theilen gewisse Lappen, die dem verlängerten Marke angehören.

Die Beschaffenheit ihrer Bedeckungen läßt den Fischen nur einen sehr unvollkommenen Fühlsinn zu; und da diese Thiere langer Gliedmaßen und besonders biegsamer und zum Umfassen der Gegenstände geeigneter Finger beraubt sind, so können sie den Tastsinn bloß mit den Lippen ausüben. Die Bartfäden, die um ihren Mund herumstehen (b. Fig. 288), scheinen die Bestimmung zu haben, die Fische von der Berührung fremder Gegenstände zu unterrichten. Auch der Geschmacksinn ist beinahe Null; denn ihre Zunge ist kaum beweglich, nicht fleischig und erhält nur wenig Nerven; auch verweilen die Speisen niemals im Munde. Einen zusammengesetzteren Bau zeigt der Geruchsapparat, ist aber nicht so eingerichtet, daß das zur Respiration dienliche Wasser oder die Luft hindurchströmen könnte. Die Nasenhöhlen bestehen nur in zwei blindsackförmig auslaufenden Höhlen, wovon sich gewöhnlich jede in zwei Nasenlöchern nach außen öffnet, und jede von einer gefalteten Schleimhaut auf eine sehr merkwürdige Weise ausgekleidet ist. Das Ohr liegt fast immer in der Höhle der Hirnschale zu beiden Seiten des großen Gehirns, und besteht eigentlich nur in einer Vorkammer mit drei halbzirkelrunden Kanälen, zu denen die Schallwellen erst dann gelangen können, nachdem sie die allgemeine Bedeckung und die Schädelknochen in Vibration gesetzt haben. Im Allgemeinen sieht man nichts, das dem äußeren Ohr, dem Paukenfell und der Paukenhöhle verglichen werden könnte. Die Augen sind sehr groß, aber wenig beweglich; auch haben sie weder senkrechte Augenlider, noch einen Thränenapparat. Die Haut geht nach vornen über das Aug her und läßt das Licht hindurch. Die Hornhaut ist nur wenig gewölbt, die Pupille sehr weit und wenig oder gar nicht zusammenziehbar; die Krystalllinse ist sphärisch. Hinsichtlich ihrer Lage bieten diese Organe nichts Besonderes dar; indessen zeigen sie in dieser Beziehung bei einigen Fischen eine merkwürdige Anomalie: denn bei der Zunge, der Scholle (Pleuronectes Platessa *L.*), dem Steinbutt (Pleuronectes maximus *L.*) und einigen andern Plattfischen (Fig. 296) liegen sie nicht, wie gewöhnlich, auf beiden

Fig. 296. Der Steinbutt (Pleuronectes maximus *L.*)

Seiten des Kopfes, sondern beide auf einer und derselben Seite. Diese Monstrosität hängt übrigens mit einem Mangel an Symmetrie auch in andern Körpertheilen zusammen.

§. 488. Die Fische sind sehr gefräßig; es gibt unter ihnen sehr wenige, die hauptsächlich von vegetabilischen Stoffen leben, und gewöhnlich verschlingen sie ohne Auswahl alle kleinen Thiere, die sie erhaschen können. Einige Arten sind der Zähne beraubt, bei den meisten aber sind sogar mehrere Reihen vorhanden, wie z. B. in dem Rachen des ächten Haifisches (Squalus Carcharias *L.*) (Fig. 297); sehr häufig

Fig. 297. Der Kopf des ächten Haifisches.

findet man sie nicht nur an den beiden Kinnladen, sondern auch am Gaumen auf dem Pflugscharbein oder auf den Gaumenbeinen (Fig. 291), auf der Zunge, an dem innern Rand der Kiemenbögen, ja sogar im Schlunde auf den Schlundkopfknochen, die den Eintritt in die Speiseröhre umgeben. Sie haben keine Wurzeln, sondern sind mit den Knochen, auf denen sie stehen, durch Nähte verwachsen: sie fallen aber nichts desto weniger aus, wahrscheinlich durch einen ähnlichen Vorgang, wie bei dem Abfallen der Hirschgeweihe; und werden wieder durch neue ersetzt, die bald unter den alten, bald an der Seite derselben herauswachsen. Die Zähne, womit die Kinnladen bewaffnet sind, dienen gewöhnlich nur zum Zurückhalten und Zerbrechen der Beute; diejenigen, die hinten im Mund stehen, sind selten zum Zermalmen der Beute eingerichtet. Uebrigens ändert sich ihre Form bedeutend ab; bald sind sie so fein und so nahe an einander stehend, daß sie ein sammtartiges Ansehen darbieten. Bald bilden sie starke Haken, oder Platten mit schneidenden Rändern oder abgerundeten Höckerchen.

§. 489. Es gibt Fische, die sich von keinen festen Substanzen nähren, sondern bloß die Flüssigkeiten aufsaugen, die sie in dem Körper anderer Thiere nehmen: hieher gehören die Lampreten, deren Mund, anstatt der gewöhnlichen Einrichtung, einen ganz besondern Bau zeigt, aber dennoch in naher Beziehung zu seinen Verrichtungen steht: die Knorpel, die bei den Rochen u. s. w. die Kinnladen bilden, sind hier in Ringe verwachsen und unterstützen eine fleischige Scheibe, deren Oberfläche mit Zähnen besetzt und auf deren Mitte die Mundöffnung ist; die gleichfalls mit Zähnen bewaffnete Zunge bewegt sich wie ein Pumpenstempel vorwärts und rückwärts, und erlaubt dem Thiere, sich dieses Apparates, wie eines Saugnapfes zu bedienen, sei es nun, um sich damit an fremde Körper fest zu hängen, oder sei es, um die Flüssigkeit, die ihm zur Nahrung dienen, aufzusaugen.

Der Mund ist von keiner Speicheldrüse umgeben. Die Speiseröhre ist kurz; der Magen und der Darmkanal verändern sich nach Form und Dimension. Die Leber ist im Allgemeinen groß und besteht aus einem weichen Gewebe; das Pankreas wird fast immer durch Blindbärme von einem ganz eigenthümlichen Gewebe, die um den Pförtner herumliegen, ersetzt: Bedeutend variirt die Lage des Afters: manchmal findet er sich unter der Kehle, ein anderes Mal an der Basis des Schwanzes. Die Nieren sind außerordentlich massenreich und dehnen sich auf beiden Seiten der Wirbelsäule in der ganzen Länge des Bauches aus. Ihre Excretionsgänge münden in einer Art Blase aus, deren äußere Oeffnung unmittelbar hinter dem After und den Zeugungsorganen liegt.

Die Verdauung schreitet sehr schnell vor sich zu gehen, und der Chylus wird durch zahlreiche lymphatische Gefäße aufgesaugt, die in mehreren Stämmen in das Venensystem nahe beim Herzen eintreten.

§. 490. Das Blut der Fische ist, wie wir bereits gesagt haben, roth; die Kügelchen sind ellipsoidisch und zeigen bedeutende Dimensionen (§. 81, Fig. 28, c).

Das Herz hat seine Lage unter der Kehle in einer von dem Unterleibe durch eine Art Diaphragma geschiedenen Höhle, und wird von oben durch die Schlundkopfknochen, seitwärts durch die Kiemenbögen, und von hinten gewöhnlich durch den Oberarmgürtel beschützt. Es besteht, wie wir schon früher (§. 109) gesehen haben, aus einem Vorhofe, der das in einem nahe gelegenen geräumigen Sinus angesammelte venöse Blut erhält und aus einer Herzkammer besteht, die darunter liegt, und durch ihr vorderes Ende einer Lungenarterie, deren Basis erweitert ist, und so eine zusammenziehbare Zwiebel bildet, den Ursprung gibt. Dieses letztere Gefäß theilt sich sogleich in Aeste, die sich an die Kiemen begeben. Nachdem das Blut diese Organe durchströmt hat, steigt es gegen den Kopf mittelst eines anderen Gefäßes, welches gleichfalls an dem Rande der Kiemenbögen hinläuft. Von hier aus schicken jene Kanäle einige Aeste an die benachbarten Theile aus und vereinigen sich zu einer großen Rückenarterie, welche rückwärts unter der Wirbelsäule hinläuft, und Zweige an alle übrigen Körpertheile abgibt (Fig. 42). Nicht die ganze Masse des venösen Blutes begibt sich unmittelbar in den vorhin erwähnten Sinus; das venöse Blut der Gedärme und einiger andern Theile vergieht sich vorerst durch die Pforlader in die Leber, ehe es zum Herzen zurückkehrt.

Man sieht also, daß das Blut in seinem Kreislaufe mit seiner ganzen Masse den Respirationsapparat, wie bei den Säugethieren, durchströmt, aber dabei nur ein einziges Mal in das Herz tritt — ein Umstand, der seinen Lauf nothwendig langsamer machen muß. Das Herz selbst entspricht durch seine Funktionen der rechten Herzhälfte bei den höheren Wirbelthieren (siehe Fig. 39).

§. 491. Die Athmung geschieht mittelst der im Wasser aufgelösten Luft, und findet an der Oberfläche einer Menge hervorspringender und sehr gefäßreicher Lamellen Statt, die am äußeren Rand der Kiemenbögen, deren Stellung bereits angegeben worden ist, stehen. Gewöhnlich zählt man auf jeder Seite vier Kiemen, wovon jede aus zwei Reihen verlängerter Lamellen zusammengesetzt ist. Bei den meisten Knorpelfischen sind fünf vorhanden, und bei der Lamprete findet man sogar deren sieben. Die Lamellen sind bei fast allen Grätenfischen einfach und bloß an ihrer Basis angeheftet; bei einer kleinen Anzahl, z. B. bei den Seepferden (Fig 298) sind sie dagegen verästelt und haben ein Federbuschartiges Aus-

Fig. 298. Das Seepferd (Hippocampus).

sehen; bei den meisten Knorpelfischen, z. B. bei den Haifischen und Rochen, sind sie ebensowohl mit ihrem äußern Rande an der Haut, als mit ihrem innern an die Kiemenbögen geheftet.

Das zur Athmung nothwendige Wasser tritt zu dem Munde ein, wird alsdann verschluckt, geht in Folge dieser Bewegung durch die Spalten ein, welche die Kiemenbögen zwischen sich lassen und kommt auf diese Weise zu den Kiemen, deren Oberfläche es benetzt, entweicht hierauf durch die Kiemenöffnungen nach Außen. Man sieht auch in der That das Thier den Mund öffnen und den Kiemendeckel abwechslungsweise heben. Bei solchen Fischen, deren Kiemen an ihrem äußeren Rand frei sind, reicht eine einzige solche Oeffnung zu jeder Seite hin; sind aber die Kiemen nicht frei, so bedarf es zum Austritt des Wassers ebenso vieler Oeffnungen, als Zwischenräume zwischen den Kiemen vorhanden sind. Solcher Oeffnungen sind auch in der That fünf Paare bei dem Haifisch, (Fig. 299) und sieben Paare bei der Lamprete (Fig. 315) vorhanden. Man kann daher die Einrichtung des Respirationsapparates durch die bloße Betrachtung seiner äußern Oeffnungen erkennen. Auch ist beachtenswerth, daß bei einigen Fischen das Wasser nicht unmittelbar aus dem Mund in die Respirationshöhle durch die zwischen den Kiemenbögen sich befindlichen Spalten tritt, sondern durch einen besondern Kanal, der beinahe wie die Luftröhre der höheren Thiere unter der Speiseröhre liegt, dahin geleitet wird; diese Bildungsweise ist den Lampreten eigen.

Die Fische verzehren nur eine geringe Menge Sauerstoff; jedoch begnügen sich einige nicht mit der im Wasser aufgelösten Menge, sondern sie von Zeit zu Zeit an die Oberfläche des Wassers kommen, um da Luft einzuathmen. Selbst solche Fische sind bekannt, welche Luft verschlucken und den Sauerstoff in Kohlensäure umwandeln, indem sie ihn durch ihren Darmkanal hindurchgehen lassen; ein Beispiel von dieser eigenthümlichen Erscheinung wird uns durch den Schlammbeißer (Cobitis fossilis) dargeboten. Außerhalb des Wassers fallen die Fische in der Regel sehr schnell in Asphyxie, nicht weil ihnen der Sauerstoff fehlt, sondern weil die Lamellen der Kiemen nicht mehr durch das Wasser in der gehörigen Lage gehalten werden, daher sich senken und das Blut jetzt nicht mehr so leicht hindurch strömen kann, und weil ferner diese Organe durch ihre Vertrocknung zur Erfüllung ihrer Funktionen unbrauchbar werden: daher sterben auch Fische mit stark gespaltenen Kiemen weit schneller, wenn sie der Luft ausgesetzt werden, weil dieser Bau die Verdunstung auf der Kiemenoberfläche begünstigt; während diejenigen Fische, deren Kiemenöffnungen sehr enge sind, oder die sogar irgend einen Behälter besitzen, wo sie Wasser zum Besprechen dieser Organe aufbewahren können, am längsten in der freien Luft fort zu leben vermögen. Die verschiedenen Fische, welche die Familie mit labyrinthförmigem Schlundkopfe (Kletterfische) bilden, sind in dieser Beziehung sehr merkwürdig und verdanken ihren Namen den wasserhaltigen Zellen, die über ihren Kiemen liegen.

Diese von dem Kiemendeckel bedeckten und aus den Lamellen der Schlundkopfknochen gebildeten Zellen (Fig. 300) dienen in der That zum Zurückhalten einer gewissen Wassermenge, welche die Kiemen feucht erhält, wenn das Thier der Luft ausgesetzt ist, und ihm gestattet, ziemlich lange in diesem Medium zu leben; denn

Fig. 299. Der ächte Haifisch (Squalus Carcharias L.).

Fig. 300. Der Respirationsapparat des Panneiri (Anabas).

diese Fische haben die Gewohnheit, die Flüsse und Sümpfe, wo sie sich gewöhnlich aufhalten, zu verlassen, und sich davon ziemlich weit zu entfernen, indem sie im Grase oder auf der Erde fortkriechen. Diejenigen Fische, welche diesen im höchsten Grade zusammengesetzten labyrinthförmigen Apparat darbieten und den Namen Panneiri (Anabas) erhalten haben, bleiben nicht nur sehr lange Zeit außerhalb des Wassers, sondern klettern auch, wie Einige versichern, auf die Bäume. Die meisten Fische aus dieser Familie bewohnen Indien, China und die Molukken.

§. 492. Die Fische entwickeln, wie wir bereits gesagt haben, beinahe keine Wärme; dagegen besitzen einige das besondere Vermögen, Electricität zu entwickeln, und bewirken dadurch heftige Erschütterungen bei den Thieren, die sie berühren. Solche Fische sind der Zitterroche (Torpedo), der Zitterwels (Malapterurus electricus) und der electrische Aal (Gymnotus electricus *L.*); und was bei diesen Fischen merkwürdig ist, das electrische Organ zeigt bei jedem von ihnen eine ganz verschiedene Bildung.

Der electrische Aal (Fig. 301) besitzt das

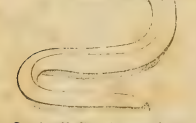


Fig. 301. Der electrische Aal (Gymnotus electricus *L.*)

Vermögen der Electricitätsentwicklung im höchsten Grade; er bewohnt Südamerika und hat eine große Aehnlichkeit mit dem gemeinen Aale, wenn man davon absieht, daß er an seiner Schwanzspitze keine Flosse trägt und daß seine Haut mit keinen deutlichen Schuppen bedeckt ist. Dieser Fisch erreicht eine Länge von zwei Meter; sein Leib ist lang gestreckt und gleich dick, die Haut mit einem klebrigen Schleim überzogen. Er findet sich sehr häufig in den kleinen Flüssen und den Prügen, denen man hin und wieder auf den unermeßlichen Ebenen zwischen den Cordillerasgebirgen und dem Orinoco begegnet; aber auch in der Meta, dem Apure, dem Orinoco u. s. w. trifft man ihn an. Die electrischen Schläge, die er beliebig und in der gewählten Richtung entheilt, sind hinreichend, um Menschen und Pferde niederzuschlagen; und dies ist auch das Mittel, dessen sich der electrische Aal bedient, um sich gegen seine Feinde zu vertheidigen, und um von seine diejenigen Fische zu tödten, die ihm zur Nahrung dienen; denn das Wasser leitet, wie die Metalle, den bedäubenden Stoß dieses sonderbaren Thieres auf dieselbe Weise fort, wie die Blitzableiter die Electricität der Wolken. Gewöhnlich sind seine ersten Entladungen schwach; wird er aber auf irgend eine Weise stark aufgeregt, so werden sie immer stärker und alsdann furchtbar. Er ist nach einer solchen Entladung immer erschöpft, und bedarf alsdann einer mehr oder weniger langen Ruhe, ehe er zu neuen Schlägen fähig ist. Es scheint auch, daß er diese Zeit dazu anwendet, um seine electrischen Organe wieder zu laden, weßwegen die Amerikaner diesen Umstand benützen, um ihn ohne Gefahr zu fangen. Zu diesem Zwecke treiben sie mit Gewalt in die von den electrischen Aalen bewohnten Sümpfe wilde Pferde, welche durch die Schläge betäubt und niedergeworfen oder selbst getödtet werden; hierauf bemächtigen sie sich der erschöpften electrischen Aale entweder mit Netzen oder mit Angeln.

Der Apparat, mit dessen Hülfe der electrische Aal seine electrischen Schläge hervorbringt, liegt längs des ganzen Rückens und Schwanzes hin und besteht aus vier Längsbündeln, die aus einer großen Anzahl paralleler und sehr nahe an einander liegender häutiger Blättchen zusammengesetzt sind, welche eine beinahe horizontale Lage haben und durch unendlich viele andere noch kleinere und senkrecht dazwischen liegende Lamellen vereinigt sind. Die kleinen prismatischen und durch die Vereinigung jener größern Blättchen gebildeten Querzellen sind von einer gallertartigen Masse angefüllt; der ganze Apparat erhält sehr dicke Nerven.

Der Zitterroche (Fig. 302) ist ein plattgedrückter Knorpelfisch, der mit den gewöhnlichen Rochen eine große Aehnlichkeit hat. Sein Leib ist glatt und stellt eine beinahe kreisrunde Scheibe dar, deren vorderer Rand aus zwei Verlängerungen des Maules gebildet ist, die zu jeder Seite sich mit den Brustflossen verbinden und zwischen diesen Organen, dem Kopfe und den Kiemen einen einunden Raum für den electrischen Apparat übrig lassen. Dieser Apparat (Fig. 304) besteht aus einer Menge häutiger und wie die Bienenwaben aus nahe an einander gerückten Vertikalröhren, die durch horizontale Scheidewände in kleine mit einer schleimigen Flüssigkeit angefüllte Zellen getheilt sind, in welchen sich sehr dicke Aeste der Lungenmagennerven verbreiten. In diesen Organen entwickelt sich nun die Electricität womit die Zitterrochen denjenigen, welche sie berühren heftige Schläge ertheilen und alle Erscheinungen erzeugen können, welche bei den physikalischen Versuchen aus einem gewöhnlichen electrischen Strome hervorgehen können, also Funken, chemische Zerlegungen ꝛc. Obwohl diese Fische in Ertheilung electrischer Schläge weniger mächtig sind, als die Zitteraale, so können sie doch im Arme desjenigen, der sie berührt, eine vollständige Fühllosigkeit bewirken. Sie bedienen sich wahrscheinlich dieses Mittels, um sich ihrer Beute zu bemächtigen. Man hat unlängst constatirt, daß diese Eigenschaft unter der Abhängigkeit des hintern Hirnlappens steht und daß man durch Zerstörung desselben oder durch Abschneiden der daraus entspringenden Nerven das Vermögen, Schläge zu ertheilen, aufhebt. Von solchen Fischen kommen mehrere Arten an die Küsten der Bendee und der Provence.

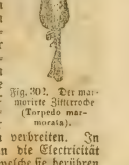


Fig. 302. Der marmorirte Zitterroche (Torpedo marmorata).

Der Zitterwels (Fig. 303) bewohnt den Nil und den Senegal; seine Länge beträgt ungefähr

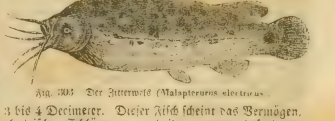


Fig. 303. Der Zitterwels (Malapterurus electricus).

3 bis 4 Decimeter. Dieser Fisch scheint das Vermögen, electrische Schläge zu ertheilen, einem besonderen Gewebe zu verdanken, das auf beiden Seiten zwischen der Haut und den Muskeln liegt und das Aussehen eines blättrigen Zellgewebes hat. Die Araber geben diesem Fisch den Namen Raasch, was Blitzstrahl bezeichnet.

§. 493. Die Fische vermehren sich durch Eier, deren Anzahl manchmal ins Unermeßliche geht, denn sie erhebt sich oft auf Hunderttausende. Gewöhnlich

sind sie von einer schleimigen Hülle umgeben und werden erst, nachdem sie gelegt sind, befruchtet. Einige

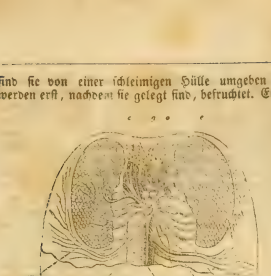


Fig. 304. Der electrische Apparat des Zitterrochen.*

Fische gebären dagegen lebendige Jungen. Doch welche auch die Art und Weise sei, womit die jungen Fische in das Leben treten, sie sind stets vom Augenblick ihrer Geburt an vollständig sich selbst überlassen, weswegen auch ein großer Theil derselben in der ersten Lebensperiode zu Grunde geht.

Der gleichzeitigen Entwicklung einer unberechenbaren Anzahl in einem und demselben Orte niedergelegter Eier und dem Instinkte, welcher verschiedene Fische antreibt, einander zu folgen, muß man die Vereinigung gewisser Arten in unermeßlichen und zusammengedrängten Legionen, die von den Fischern Fischbänke genannt werden, zuschreiben. Diese Vereinigungen kann man eigentlich keine Gesellschaften nennen; die Individuen, worauf sie zusammengesetzt sind, helfen sich nicht gegenseitig; die Befriedigung gleicher Bedürfnisse hält sie an dem gleichen Orte zurück oder entfernt sie davon, und wenn man sie manchmal einem unter ihnen als einem Führer folgen sieht, so geschieht dies wahrscheinlich in Folge eines Nachahmungstriebes, welcher immer die ersten Lichtschimmer einer Intelligenz begleitet.

§. 494. Die auf solche Weise vereinigten Fische machen häufig lange Reisen, bald um die hohe See zu gewinnen, bald um an den Küsten hinan zu streichen oder um einen andern Seestrich aufzusuchen. Manche Fische führen ein beinahe fixirendes Leben und bleiben immer an der Stelle, wo sie geboren worden; andere irren stets umher, und viele unternehmen zu gewissen Zeiten mehr oder weniger lange Reisen. Zur Laichzeit nähern sie sich gewöhnlich den Küsten oder treten sie in die Flüsse ein und machen auf diese Weise manchmal einen außerordentlich weiten Weg. Jedes Jahr kommen zu derselben Zeit ganze Heere von Zugfischen in dieselben Distrikte, und man glaubt allgemein, daß mehrere dieser Arten regelmäßig von Norden nach Süden und von Süden nach dem Norden auf einer bestimmten Straße ziehen; doch kann man vielleicht mit mehr Recht annehmen, daß, wenn sie von ihrem Gebiete verschwinden, sie sich nur in größere Meerestiefen zurückziehen. Der Häring ist in dieser Beziehung einer der merkwürdigsten Fische und für den Fischfang ein höchst wichtiger Gegenstand. Er bewohnt die nordischen Meere und kommt jedes Jahr in unzähliger Menge an verschiedene Küsten Europa's, Asiens und Amerika's, kommt aber nicht wohl unter den 45sten Grad nördlicher Breite herab. Einige Naturforscher sind der Meinung, daß alle diese Häringsbänke sich periodisch unter die Polareismeere zurück und von diesem gemeinsamen Ort der Zurückgezogenheit als eine unermeßliche Colonne abgehen, welche, indem sie sich wieder in kleinere Heere theile, sich beinahe an alle über den so eben angegebenen Parallelkreis gelegenen Küsten ausbreite. Man ist sogar so weit gegangen, daß man auf der Karte den Weg dieser Fische bezeichnete; aber über diese weite Auswanderung und das gemeinschaftliche Zusammentreffen in den nördlichen Regionen hat man noch lange keinen genügenden Aufschluß; man hat sogar alles Recht, zu glauben, daß sich die Sache ganz anders verhalte. An unsern Küsten legen die Häringe ihre Eier nieder, und es ist wahrscheinlich, daß sich die Jungen alsbald in die großen Meerestiefen zurückziehen und darin ihre Richtung nach Norden nehmen, wo sie in großer Menge die kleinen Crustaceen und andere kleine Thierchen finden, die zu ihrer Nahrung dienen. Im Frühjahre bringen andere Bedürfnisse sie dem Gestade näher und veranlassen sie, weniger tiefe und warmere Gewässer aufzusuchen: alsdann zeigen sie sich in unzähligen Legionen, die nach dem Süden hinabziehen; nachdem sie aber in dem baltischen Meere, an den Küsten von Holland und dem Meerbusen von la Manche angekommen sind, so sieht man sie nicht wieder die nördliche Straße einschlagen, um unter den Eismeeren des Poles zu überwintern und im Frühjahre ihre vermeintliche Reise wieder beginnen.

Was nun auch an der Sache sein mag, so viel ist immer gewiß, daß die ersteren in den Monaten April und Mai sich in den Gewässern der Shetlandsinseln zeigen und daselbst Ende Juni oder im Juli in solch zahlloser Menge ankommen, daß sie weit ausgedehnte und dicht zusammengedrängte Bänke bilden, die zuweilen das Meer in einer Ausdehnung von mehreren Meilen bedecken, und mehrere Hundert Fuße Tiefe haben. Bald darauf breiten sie sich an den Küsten von Schottland und England aus. Während der Monate September und Oktober geben sie zu großen Fischereien Veranlassung; eine große Menge zeigt sich seit Mitte Oktober bis zu Ende des Jahres in la Manche, hauptsächlich von der Meerenge von Calais an bis zur Mündung der Seine. Während der Monate Juli und August bleiben sie gewöhnlich im vollen Meere, dann aber treten sie in seichte Gewässer zurück und suchen sich daselbst eine geeignete Stelle zum Niedersetzen ihres Rogens, wo sie bis zum Februar verweilen. Die älteren Häringe laichen immer früher als die jüngeren; doch scheinen auch die Temperatur und andere Umstände auf diese Erscheinung einen Einfluß auszuüben; denn man findet an gewissen Stellen beinahe das ganze Jahr hindurch ihren Rogen. Nach dem Niedersetzen desselben sind sie mager und wenig geschätzt, wo sie alsdann von den Fischern Hohlhäringe genannt werden. Ihre Vermehrung geht ins Ungeheure: man hat schon mehr als 60,000 Eier in dem Bauche eines einzigen Weibchens von mittlerer Größe gefunden. Man versichert, daß ihr Laich zuweilen das Meer in einer großen Ausdehnung bedecke, und, von weitem betrachtet, wie

* c das Gehirn; — m das Rückenmark; — o das Auge unter Schmerz; — e die electrischen Organe; — np Lungenmagennerven, die sich in das electrische Organ begeben; — nl ein Ast von dem vorhergehenden und einen Seitennerven bildend; — n Rückenmarksnerven.

Sägespäne aussehe. Uebrigens ist man noch nicht sehr im Klaren über die Zugend dieser Fische. *

§. 495. Die Sardinen (Clupea Sardina), die Makrelen (Scomber), die Thunfische (Thynnus) und die Sardellen (Engraulis Encrasicholus) sind gleichfalls Zugfische, die unsere Küsten periodisch besuchen, und daselbst einen wichtigen Gegenstand für die Fischerei bilden. Auch der Salm (Salmo) ist seiner Wanderungen wegen ein merkwürdiger Fisch; er bewohnt alle nördlichen Meere und tritt jedes Frühjahr in großen Zügen in den Flüssen ein, um darin bis zu ihrer Quelle hinaufzusteigen. Bei diesen Zügen befolgen die Salme eine eigenthümliche Ordnung, indem sie zwei lange Linien bilden, die vornen mit einander vereinigt sind, und durch das stärkste Weibchen, das den Zug eröffnet, geführt werden, während die schwächeren Männchen die Hinterhut bilden. Diese Truppen schwimmen im Allgemeinen mit großem Geräusch in der Mitte der Flüsse und bei milder Temperatur nahe an der Oberfläche des Wassers, bei einer größeren Wärme näher dem Grunde. Gewöhnlich rücken die Salmen langsam und dabei spielend vorwärts; scheint aber irgend eine Gefahr sie zu bedrohen, so wird die Schnelligkeit bei ihrem Schwimmen so groß, daß innen unser Auge nur mit Mühe folgen kann. Setzt sich ein Damm oder ein Wasserfall ihrem Vorwärtsschreiten entgegen, so machen sie die größten Anstrengungen, um darüber hinwegzusetzen. Indem sie sich auf irgend ein Felsenstück stützen und ihren bogenförmig gekrümmten Leib plötzlich mit Gewalt ausstrecken, schleudern sie sich zum Wasser hinaus und springen auf diese Weise über denselben oft zu einer Höhe von 4 bis 5 Meter, um so jenseits des Hindernisses herabzufallen. Auf diese Weise steigen die Salmen in den Flüssen bis zu der Quelle derselben hinauf, und suchen in den kleinen Flüßchen oder ruhigen Stellen einen zum Absetzen ihres Rogens geeigneten Sand- oder Kiesgrund; mager und durch so viele Anstrengungen geschwächt, steigen sie alsdann wieder zur Mündung der Flüsse herab und überwintern im Meere. Die Eier werden in einer Vertiefung niedergelegt, welche das Weibchen in den Sand gräbt, und hierauf von dem Männchen befruchtet. Die jungen Salmen wachsen sehr schnell und verlassen, wenn sie eine Länge von ungefähr einem Fuß erreicht haben, die Höhe der Flüsse, und steigen zum Meere hinab, welches sie wieder verlassen, um in die Flüsse einzutreten, sobald sie 4 bis 5 Decimeter lang sind, d. h. in der Mitte des ersten Sommers nach ihrer Geburt. Wir haben bereits gesehen, daß die Schwalben, die bei Annäherung der kalten Jahreszeit nach dem Süden ziehen, jedes Jahr in die gleichen Oerter zurückkommen. Es scheint nun, daß die Salmen einen ähnlichen Instinkt besitzen. Um sich davon zu versichern, steckte der Naturforscher Desslandes zwölf Salmen jedem einen kupfernen Ring an den Schwanz und setzte sie dem Flusse Auzou in der Bretagne aus. Bald nachher verschwanden sie alle, aber im nächstfolgenden Jahre fing man wieder an derselben Stelle fünf dieser Salmen, im zweiten Jahre drei, und ein Jahr nachher noch drei.

§. 496. Die Sitten der Fische zeigen wenig interessante Eigenthümlichkeiten; und dessen ungeachtet muß die Geschichte dieser Thiere ein Interesse für uns haben, und sei es auch nur wegen der großen Wichtigkeit der Fischereien. Es gab eine Zeit, die nicht allzuferne hinter uns liegt, wo dieser Industriezweig ein Fünftheil der holländischen Bevölkerung beschäftigte, und dieses Land nur allein wegen des Häringsfanges mit ihren Schiffen die Nordmeere bedeckte. Auch in England lebt eine große Anzahl guter und kühner Mairosen davon; und selbst in Frankreich, wo er weniger bedeutend ist, zählt man 30,000—40,000 Fischer, wovon beinahe ein Drittheil jedes Jahr sich an die Küsten von Island und Neufundland hinauswagt, um den Kabeljau (Gadus Morrhua L.) (Fig. 305), einen großen und vortrefflichen Fisch, aufzusuchen, der sich in diesen Gebieten sehr häufig findet, und sich auch in unsern Meeren, nur in geringer Anzahl, zeigt.

Fig. 305. Der Kabeljau (Gadus Morrhua L.).

§. 497. **Classification der Fische.** Die Fische bilden eine sehr zahlreiche Klasse und theilen sich nach der Beschaffenheit ihres Skelets in zwei Reihen.

1) Die Gruppe der Grätenfische (Ostacanthi s. pisces ossei). Sie ist bei weitem die zahlreichere an Gattungen und Arten und aus sämmtlichen gewöhnlichen Fischen zusammengesetzt. Sie wird nach Charakteren, die im Allgemeinen wenig hervortreten, in 6 Ordnungen getheilt, welche mit den Namen Stachelflosser (Acanthopterygii), Bauchflosser (Malacopterygii abdominales), Kehlflosser (Malacopterygii subranchii), Kahlbäuche (Malacopterygii apodes), Büschelkiemer (Lophobranchii) und Hafkiefer (Pectognathi) bezeichnet werden.

§. 498. Die Hafkiefer (Pectognathi) unterscheiden sich von allen andern Grätenfischen durch die besondere Bildung des Maules; denn der Oberkiefer ist, anstatt wie gewöhnlich beweglich zu sein, mit der Stirnschale verwachsen. In diese kleine Gruppe bringt man den Kofferfisch (Ostracion) (Fig. 306), der

Fig. 306. Der Kofferfisch (Ostracion).

durch seinen aus Knochenfeldern zusammengesetzten Panzer merkwürdig geworden ist. Zu dieser Abtheilung gehören auch der Igelfisch (Diodon L.) und der Stachelbauch (Tetrodon), welche sich zu Ballen aufzublähen vermögen, indem sie Luft verschlucken und auf diese Weise ein wenig ihren Magen ausdehnen.

§. 499. Die Ordnung der Büschelkiemer

* Der Häringsfang ist ein höchst wichtiger Zweig der Fischerei: er beschäftigt jedes Jahr ganze Flotten und wurde ehemals noch weit lebhafter betrieben. Gegen die Mitte des siebenzehnten Jahrhunderts verwendeten die Holländer nicht weniger als 2000 Schiffe dazu, und man schätzte die Zahl der Personen, welchen dieser Industriezweig in den beiden Provinzen Holland und Westfriesland den Unterhalt gab, auf 500,000. Die Normanen, Amerikaner, Schotten, Engländer und selbst die Franzosen wohnen sich demselben in großer Anzahl. Und noch heute, obgleich er nicht mehr die Bedeutung wie ehemals hat, ist er nichts destoweniger eine Quelle großen Reichthums für den ganze Nordmeergebiet. In den verschiedenen französischen Häfen, die zwischen Dünkirchen und der Seinemündung liegen, zählt man jedes Jahr 300 bis 400 Schiffe mit ungefähr 5000 Seeleuten, die sich mit dem Häringsfang befassen, dessen Ertrag man auf beinahe 4 Millionen Franken schätzt.

Dieser Fischfang geschieht gewöhnlich mit 500 bis 600 Toisen langen Netzen, deren unterer Rand durch Steine beschwert wird, während man den obern mittelst leerer Tonnen flott hält, und deren Maschen gerade so groß sind, daß der Häring zwar mit seinem Kopf bis über die Kiemen, aber nicht über die Brustflossen hinaus hindurch kann. Indem der Fisch das Hinderniß, welches seinem Durchgang diese große Scheidewand entgegensetzt, beseitigen will, verstrickt er sich nun darin, und da er wegen seiner Flossen und Riemen weder vorwärts noch rückwärts kann, so bleibt er so lange darin gefangen, bis die Fischer ihr Netz an Bord ziehen. Die Zahl der Heringe, die auf diese Weise gefangen werden, ist manchmal so groß, daß in wenigen Augenblicken das ganze Netz davon behängt ist und unter ihrem Gewichte bricht. Gewöhnlich findet dieser Fischfang ferne vom Hafen Statt; um die Fische aufbewahren zu können, salzt man sie an Bord ein.

(Lophobranchii) bietet zwar keine Eigenthümlichkeit in der Einrichtung der Kinnladen dar, ist aber durch den Bau der Kiemen bezeichnend; denn anstatt daß diese Organe die Form von Kammzähnen zeigen, theilen sie sich in kleine runde Büscheln oder Quasten ab, die paarweise auf den Kiemenbögen stehen. Zu dieser Ordnung zählt man die Seenadel (Syngnathus), das Seepferdchen (Hippocampus) (Fig. 296) u. s. w.

§. 500. Die Ordnung der Stachelflosser (Acanthopterygii) begreift in sich sämmtliche Grätenfische, die einen beweglichen Oberkiefer und kammförmige Kiemen haben, und deren erste Rückenflosse ungegliederte Stachelstrahlen besitzt (Fig. 295). Zu dieser Abtheilung, welche in eine große Anzahl Familien getheilt ist, werden drei Viertheile der bekannten Fische gezählt. Dieher gehören der Barsch (Perca), die Makrele (Scomber), der Thunfisch (Thynnus), der Schwertfisch (Xiphias) u. s. w.

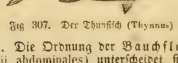


Fig. 307. Der Thunfisch (Thynnus).

§. 501. Die Ordnung der Bauchflosser (Malacopterygii abdominales) unterscheidet sich von der vorhergehenden hinsichtlich der Strahlen, welche die erste Rückenflosse bilden, aber nicht mehr stachelig, sondern knorvelig, am Ende gegliedert und gewöhnlich in mehrere Aeste getheilt sind (Fig. 308). Dieses bezeichnende Merkmal theilen sie mit den beiden nachfolgenden Gruppen der Grätenfische. Um sie aber von diesen zu unterscheiden, muß man hier noch beisetzen, daß die Bauchflossen unter dem Bauche hinter den Brustflossen sitzen und nicht an die Schulterknochen geheftet sind. Als Beispiele dieser Ordnung wollen wir hier den Karpfen (Cyprynus), den Hecht (Esox) (Fig. 309), den Wels (Silurus) (Fig. 303), den Salm (Salmo), den Häring (Clupea), die Sardine (Clupea Sardina) und die Sardelle (Engraulis) anführen.

Fig. 308.

Fig. 309. Der gemeine Hecht (Esox lucius).

§. 502. In der Ordnung der Kehlflosser (Malacopterygii subranchii) sind die Flossen auf dieselbe Weise, wie in der vorhergehenden Ordnung gebaut, nur stehen sie unter den Brustflossen, an die Schulterknochen geheftet. Zu dieser Abtheilung gehört der Kabeljau (Gadus Morrhua *L.*) (Fig. 305), der Wittling (Merlangus), die Remora (Echeneis Remora) (Fig. 295) und die Familie der Schollen oder Plattfische (Pleuronectae), bestehend aus den Schollen (Fig. 310), den Steinbutten (Fig. 296), der Zunge (Pleuronectes Solea) u. s. w.

Fig. 310. Die Scholle (Pleuronectes Platessa).

§. 503. Die Ordnung der Kahlbäuche (Malacopterygii apodes) erkennt man besonders daran, daß sich keine Stachelstrahlen an der Rückenflosse befinden und die Bauchflossen gänzlich fehlen. Alle Fische, die eine solche Bildungsweise zeigen, sind langgestreckt und haben eine dicke, weiche und wenig schuppige Haut; zu ihnen werden die gemeinen Aale (Muraenae *L.*), die Zitteraale (Gymnoti) (Fig. 301) u. s. w. gezählt.

§. 504. 2) Die Knorpelfische (Chondracanthi) besitzen gewöhnlich ein Knorpelskelet, welches manchmal beinahe zu einer Haut umgebildet, jedoch nie knochern ist, da die Kalkabsatzung, welche die Oberfläche desselben verhärtet, nie nur in kleinen Körnern darauf ablagert. Auch bemerkt man an demselben eine sehr große Aehnlichkeit mit dem noch knorpeligen Skelet der Alanten. Die Stücke, welche die Ober- und Zwischenkieferknochen darstellen, sind nur angedeutet; der Oberkiefer ist wesentlich aus den Analogien der Gaumenbeine gebildet. Die Kiemen stehen entweder, wie bei den Knochenfischen, mit ihrem äußern Rand frei, oder sind sie sowohl mit dem äußern als innern Rand angeheftet. Auf diesem Unterschied beruht nun auch die Eintheilung der Knorpelfische in zwei Gruppen, nämlich in die Knorpelfische mit freien Kiemen oder die Freikiemer, welche nur eine einzige Ordnung bilden, und in Knorpelfische mit nicht freien Kiemen, welche die beiden Ordnungen der Selacier (Selacii) und der Rundmäuler (Cyclostomi) bilden.

§. 505. Die Ordnung der Freikiemer (Eleutherobranchi) wird auch mit dem Namen Störe (Sturiones) bezeichnet, weil sie den gemeinen Stör (Acipenser Sturio) als Typus hat. Sie ist aus Fischen zusammengesetzt, die in ihrer Form nichts Ungewöhnliches darbieten (Fig. 311), die meistens

Fig. 311. Der gemeine Stör (Acipenser Sturio *L.*).

mit einer Haut bedeckt sind, welche mit großen, in Reihen geordneten Knochenplatten besetzt ist, und deren Mund der Zähne beraubt ist.

§. 506. Die Knorpelfische mit nicht freien Kiemen zeigen hinsichtlich ihres Respirationsapparates einen sehr interessanten Bau; denn die Kiemen sind, anstatt an ihrem äußern Rand frei zu sein und in einer gemeinschaftlichen Höhle zu liegen, woraus das Wasser durch eine einzige Oeffnung entweichen kann, im Gegentheil an die Bedeckungen geheftet, so daß für den Austritt des Wassers, welches sie benetzt hat, ebenso viele Oeffnungen nöthig sind, als sich Zwischenräume zwischen ihnen finden. Diese Oeffnungen sind fast immer äußerlich; doch münden sie zuweilen auch in einem gemeinschaftlichen Kanale aus, der zum Austritt des Wassers dient; knorpelige Bogen, die häufig im Fleisch versteckt sind, liegen den äußern Kiemenrändern gegenüber. Uebrigens weichen diese Fische bedeutend von einander ab und bilden, wie wir bereits gesagt haben, zwei Ordnungen, nämlich: die Selacier und die Rundmäuler.

§. 507. Die Ordnung der Selacier (Selacii) begreift alle Knorpelfische mit nicht freien Kiemen in sich, deren Kinnladen beweglich und zum Kauen eingerichtet sind. In diese Ordnung bringt man die Familie der Haifische (Squalus), welche aus den eigentlichen Haifischen (Squalus Carcharias *L.*) (Fig. 299). den Hammerfischen (Sphyrna) (Fig. 313), den Sägefischen (Pristis) u. s. w., zusammengesetzt ist; ferner die Familie der Rochen (Rajae), in welcher sowohl der Zitterroche (Torpedo), als der eigentliche Roche (Raja) (Fig. 312) ihren Platz finden. Alle diese Fische

Fig. 312. Der Roche (Raja).

Fig. 313. Der Hammerfisch (Sphyrna).

haben auf jeder Seite des Halses oder an dessen unterer Fläche fünf spaltenförmige Kiemenöffnungen, und mehrere zeigen am obern Theile des Kopfes zwei Oeffnungen, die sogenannten Nasenlöcher, die zu den Kiemen führen und das zur Respiration nöthige Wasser in diese Organe zu leiten haben, wenn der Rachen des Thieres von einer allzu großen Beute angefüllt ist. Diese Thiere sind sehr gefräßig und oft durch die Stärke und Menge der Zähne merkwürdig, wie z. B. der ächte Haifisch (Fig. 299). Die einen bringen lebendige Jungen zur Welt, die andern legen Eier mit einer harten und hornartigen Schale.

§. 508. Die Ordnung der Rundmäuler (Cyclostomi) ist an der eigenthümlichen Bildung des Mundes erkennbar, welcher sich nur zum Saugen eignet und aus einer Art Saugnapf besteht, der sich aus den zu Ringen verwachsenen Kinnladen bildet (Fig. 314). Diese Fische sind die unvollkommensten Wirbelthiere. Ihr Skelet ist bisweilen häutig (wie z. B. bei dem Querder, Ammocoetes) und ist weit weniger complicirt, als bei den andern Fischen; das Nervensystem ist sehr wenig entwickelt, und die Kiemen zeigen die Form kleiner Beutel. Die Lampreten (Fig. 315) bilden den Hauptthypus dieser Gruppe.

Fig. 314. Der Mund einer Lamprete.

Fig. 315. Die große Lamprete (Petromyzon marinus L.)

(Zu §. 467.)

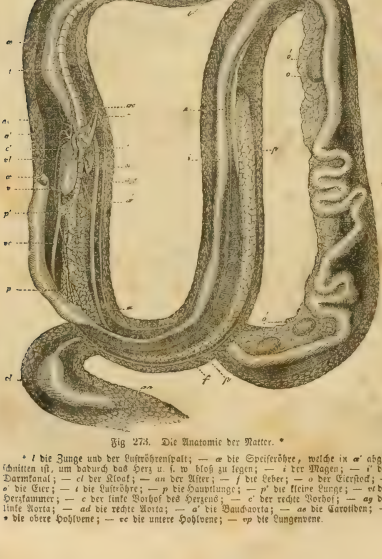


Fig 273. Die Anatomie der Natter. *

* *l* die Zunge und der Luftröhrenspalt; — *œ* die Speiseröhre, welche in *œ'* abgeschnitten ist, um dadurch das Herz u. s. w. bloß zu legen; — *i* der Magen; — *i'* der Darmkanal; — *el* der Kloak; — *an* der After; — *f* die Leber; — *o* der Eierstock; — *o* die Eier; — *t* die Luftröhre; — *p* die Hauptlunge; — *p'* die kleine Lunge; — *vc* die Herzkammer; — *c* der linke Vorhof des Herzens; — *c'* der rechte Vorhof; — *ay* die linke Aorta; — *ad* die rechte Aorta; — *a'* die Bauchaorta; — *ao* die Carotiden; — * die obere Hohlvene; — *vc* die untere Hohlvene; — *vp* die Lungenvene.

Ringelthiere oder Gliederthiere (Animalia articulata).

§. 509. Die Thiere, welche diese große Abtheilung zusammensetzen, zeigen nicht nur einen Bau, der äußerlich wesentlich von dem differirt, der den drei andern großen Abtheilungen des Thierreichs eigen ist; sondern es sind auch ihre äußeren Charaktere im Allgemeinen so scharf gezeichnet und in die Augen springend, daß man sie fast immer schon auf den ersten Blick erkennen kann, denn ihr ganzer Leib ist in Stücke oder Glieder getheilt und scheint aus einer Reihe auf einander folgender Ringe gebildet zu sein. Bei einigen rührt dieser Bau blos von einer gewissen Anzahl Querfalten her, welche auf der Haut Furchen bilden und den Leib ringförmig umgeben; aber die meisten sind gleichsam von einen festen Panzer umschlossen, der aus einer Reihe von Ringen besteht, welche unter sich auf die Weise verwachsen oder vereinigt sind, daß sie noch Bewegungen gestatten: dieser Panzer hat einen ähnlichen Zweck, wie das innere Knochengerüste der Wirbelthiere, denn er bestimmt die allgemeine Körperform, beschützt die weichen Theile, gibt den Muskeln Anheftpunkte und liefert diesen Organen Hebelarme, die zu schnellen und genauen Bewegungen geeignet sind; daher nennt man ihn häufig auch *äußeres Skelet*. Keineswegs aber könnte man darin den Repräsentanten des Skelets der Wirbelthiere erkennen, weil er in der Wirklichkeit nichts Anderes als eine hart und starr gewordene, oder selbst durch eine Art kalkhaltiger Epidermis, die eine steinartige Consistenz angenommen hat, verkrustete Haut ist. Um von dieser Haut die richtige Vorstellung, sowohl in Bezug auf ihren Zweck als ihre Natur, zu erhalten, würde daher die Benennung *Hautskelet* vorzuziehen sein.

§. 510. Die verschiedenen Leibesringe eines Gliederthieres zeigen stets eine große Aehnlichkeit mit einander; manchmal sind sie, z. B. bei dem Scolopender (Fig. 139), fast alle eine genaue Wiederholung des einen von ihnen und zeigen immer eine merkwürdige Tendenz zu dieser Einförmigkeit im Bau. Jeder Ring kann zwei Paar Anhängsel oder Gliedmaßen tragen, wovon das eine Paar dem Rückenringe oder obern Theile (Fig. 316), das andere dem Bauchringe oder untern Theile angehört; wenn aber diese Anhängsel wenig entwickelt sind, oder die Theilung der physiologischen Arbeit nicht weit geht, so sind sämmtliche Ringe damit versehen. Die Zahl dieser Organe ist zuweilen außerordentlich groß; gewöhnlich gelangen die Anhängsel gewisser Ringe zu einer großen Entwicklung, während die andern in Folge einer Compensation oder eines organischen Gleichgewichts im Zustand des Rudiments bleiben oder sich gar nicht zeigen. Es entwickeln sich fast immer nur die Anhängsel des untern Bogens und nehmen um so verschiedenartigere

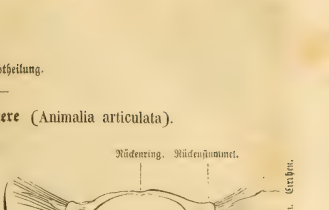


Fig. 316. Senkrechter Schnitt eines Leibesringes von einem Gliederthiere, das der Gattung der Riemenwürmer (Amphinomeae) angehört.

Formen an, einen je höhern Rang das Thier in der zoologischen Reihe einnimmt. Sie bilden in ihren verschiedenartigen Abänderungen jene Fäden, die den Hörnern ähnlich sind und den Kopf der Insekten und Crustaceen zieren, und Antennen genannt werden; ferner bilden sie die verschiedenen Freßwerkzeuge, die Füße, die Flossen u. s. w. (Fig. 120, 121). Manchmal sind die Anhängsel des obern Bogens überall vorhanden, und erfüllen, wie die des untern Bogens, die Funktionen der Füße: Beispiele dieser Art werden und durch verschiedene gegliederte Thiere dargeboten; gewöhnlich aber finden sie sich höchstens auf zwei, im mittleren Theile des Leibes liegenden Ringen, und bilden alsdann, wie wir bei den Insekten bald sehen werden, entweder Flügel oder analoge Organe. In der Regel zählt man bei den gegliederten Thieren drei, vier, fünf bis sieben Fußpaare; doch manchmal auch mehrere Hundert, wahrend bisweilen gar keine vorhanden sind; in diesem Falle aber werden sie gleichsam durch Borstenbündeln repräsentirt: einen solchen Bau sieht man z. B. bei dem Regenwurm.

§. 511. Das Streben zur Wiederholung, das sich bei den Leibesringen ausspricht, ist sowohl in der Anlage der Muskeln und des Nervensystems, als in der Bildung des Hautskelets merkwürdig. In der Regel besitzt jeder vollständig ausgebildete Ring

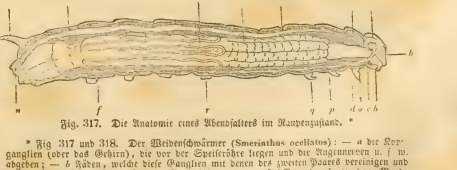


Fig. 317. Die Anatomie eines Abendfalters im Raupenzustand. *

* Fig. 317 und 318. Der Weidenschwärmer (Smerinthus ocellatus): — *a* die Korpganglien (oder das Gehirn), die vor der Speiseröhre liegen und die Augennerven *u* u. *v* abgeben; — *b* Fäden, welche diese Ganglien mit denen des zweiten Paares vereinigen und um die Speiseröhre ein ringförmiges Band bilden; — *c* erstes Paar der hinter dem Munde liegenden Unterspeiseröhrenganglien; — *d* Ganglien des ersten Brustrings; — *e* eine durch die Ganglien des zweiten und dritten Brustrings gebildete Nervenmasse; — *f* sechstes Bauchganglienpaar; — *h* der Mund; — *i* der Rüssel; — *j* die Speiseröhre; — *k* der Magen; — *l* der Darmkanal und die Gallengefäße; — *m* der Dickdarm; — *n* der Ater; — *o* erstes Fußpaar; — *p* zweites Fußpaar; — *q* drittes Fußpaar; — *r* erstes Paar der häutigen Füße der Raupe; — *s* das Rückengefäß; — *t* erster Brustring; — *u* ein Horn, das am Ende des Hinterleibes der Raupe steht.

ein Nervenganglienpaar; und alle diese unter sich durch Nervenstränge vereinigten Ganglien bilden eine doppelte Kette, welche die Mittellinie des Leibes an der Bauchseite einnimmt (Fig. 58). Bei den meisten untern Gliederthieren, sowie auch bei denjenigen, die zwar in der Thierreihe höher stehen, aber noch nicht vollständig entwickelt sind, sind diese Ganglien beinahe alle gleich und bilden zwei Ketten, die sich von einem Leibesende zum andern hinstrecken (Fig. 317); aber in dem Maaße, als man sich zu vollkommenern Wesen erhebt, sieht man die gleichen Ganglien sich gegenseitig nähern, entweder seitwärts, so daß sie auf der Mittellinie in eine einzige Linie zusammenfallen, oder in der Längsrichtung, so daß dadurch die Vereinigung mehrerer Paare in eine einzige Masse bestimmt wird (Fig. 318). Diese Centralisation geht

Fig. 318. Die Anatomie eines Abendfalters im Schmetterlingszustand *

zuweilen so weit (z. B. bei gewissen Krabben), daß für sämmtliche Leibesringe nur zwei Nervenmassen, die eine im Kopfe, die andere im Thorax, bestehen; diese Vereinfachung kann aber unmöglich weiter gehen; denn die Nervenstränge, welche diese beiden Nervenmittelpunkte mit einander vereinigen, gehen von jeder Seite der Speiseröhre aus, und die Kopfganglien liegen vor und über dieser Röhre, während die übrigen Ganglien hinter der Speiseröhre, unter dem Speisekanal liegen. Jener Theil des Nervensystems bildet in der That eine Art Halsband um die Speiseröhre, eine Einrichtung, welche wir später auch bei den Mollusken finden werden; aber derjenige Theil des Gangliensystems, der im Hinterleib liegt, besteht bei diesen letztern bloß aus einem oder zwei auf der Mittellinie des Körpers liegenden Ganglienpaaren,

während man gewöhnlich bei den gegliederten Thieren eine lange Reihe von Bauchganglien findet; wenn in diesem Theile des Leibes nur eine einzige Nervenmasse vorhanden ist, so bemerkt man leicht, daß sie aus der Vereinigung mehrerer Ganglienpaare entstanden ist.

Die Anatomen bezeichnen im Allgemeinen die Kopfganglien aller dieser Thiere mit dem Namen Gehirn, und Einige wollen sogar in der Bauchganglienkette den Repräsentanten des Rückenmarkes sehen; diese Vergleichungen scheinen aber keineswegs begründet zu sein, und wollte man die Analogien dieser verschiedenen Markmittelpunkte bei den Wirbelthieren aufsuchen, so könnte man sie eher den kleinen Ganglien vergleichen, die auf dem Wege liegen, den die vordern Wurzeln der Rückenmarksnerven nehmen.

§. 512. Da die Gliederthiere im Allgemeinen ein entwickeltered Nervensystem als die Mollusken, Gliedmaßen zur Ortsbewegung und ein Hautskelet besitzen, so müssen sie nothwendig in Allem, was die Thierheit wesentlich bezeichnet, d. h. in den höheren thierischen Funktionen, über den Mollusken stehen; dagegen sind sie in Beziehung auf die Funktionen des vegetabilischen Lebens weit weniger ausgestattet worden, denn ihr Circulationsapparat ist weniger vollständig und fehlt manchmal ganz. Gewöhnlich ist ihr Blut weiß, dies ist jedoch nicht bei allen der Fall — ein Unterschied, der keine große Bedeutung bei ihnen zu haben scheint. Ihre Respirationsweise ist verschieden; der Speisekanal geht von einem Ende des Leibes zum andern; der Mund hat seinen Platz am Kopfe, während der After am entgegengesetzten Ende liegt. Es bestehen beinahe immer Kinnladen oder wenigstens besondere Werkzeuge zum Ergreifen der Nahrungsmittel; diese Organe liegen aber nicht hinter einander, wie bei den Säugethieren, sondern immer paarweise seitwärts.

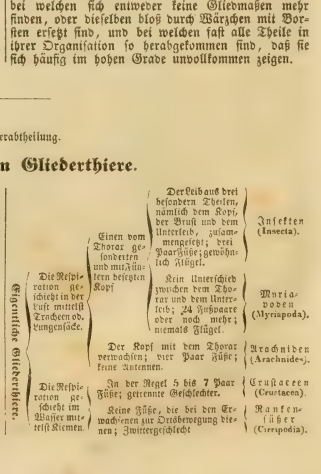
Diese große Abtheilung theilt sich in zwei Hauptgruppen, die eine aus den eigentlichen Gliederthieren, die man an ihren gegliederten Extremitäten leicht erkennt, die andern aus Würmern gebildet, bei welchen sich entweder keine Gliedmaßen mehr finden, oder dieselben bloß durch Wärzchen mit Borsten ersetzt sind, und bei welchen fast alle Theile in ihrer Organisation so herabgekommen sind, daß sie sich häufig im hohen Grade unvollkommen zeigen.

* Die verschiedenen Theile sind durch dieselben Buchstaben, wie in der vorhergehenden Figur bezeichnet.

Erste Unterabtheilung.

Die eigentlichen Gliederthiere.

§. 513. Die eigentlichen Gliederthiere verdanken ihre Superiorität nicht allein ihren Ortsbewegungsorganen, sondern auch ihrem Nervensystem, das weit mehr entwickelt ist, als das der Würmer; auch geht die Lokalisation der Funktionen in ihrer Organisation viel weiter, als bei den letzteren; wir haben bereits einige der Unterschiede, die zwischen diesen Wesen stattfinden und als Basis für ihre Eintheilung in Klassen dienen, bezeichnet (§. 380), daher wäre es unnöthig, jetzt noch einmal darauf zurückzukommen; dagegen wollen wir einige Charaktere, welche diesen verschiedenen Gruppen eigen sind, unter der Form einer synoptischen Tafel wiedergeben.



Die Klasse der Insekten.

§. 514. Die Klasse der Insekten begreift sämmtliche Gliederthiere in sich, die einen aus drei verschiedenen Theilen, nämlich dem Kopfe, dem Thorax und dem Unterleib zusammengesetzten Leib und sechs Füße haben; zu diesen äußeren Merkmalen muß man noch dies hinzufügen, daß ihre Respiration mittelst luftführender Tracheen geschieht, daß sie eines eigentlichen Gefäßsystemes beraubt sind, und daß sie fast immer in der Jugend Metamorphosen erleiden. Sie sind beinahe alle mit Flügeln versehen und sind die einzigen wirbellosen Thiere, die für den Flug eingerichtet sind.

§. 515. Bisweilen behält das Hautskelet der Insekten, d. h. die verhärtete Haut dieser Thiere, einen gewissen Grad von Weichheit und Geschmeidigkeit bei; in der Regel zeigt es aber eine ähnliche Consistenz, wie das Horn. Man darf aber darum doch nicht glauben, daß sein Gewebe auch in der That eine hornartige Beschaffenheit habe, denn die Chemie lehrt uns, daß es aus ganz andern Stoffen zusammengesetzt ist, und daß eine besondere Substanz, das Chitin, dessen Grundlage bilde. Man bemerkt an ihm zahlreiche Stücke, die bald unter sich verwachsen, bald durch weichere Theile der Haut vereinigt sind und alsdann eine mehr oder weniger große Beweglichkeit besitzen.

Der Leib der Insekten theilt sich, wie wir bereits wissen, in eine gewisse Anzahl auf einander folgender Ringe; in dieser Reihe von Segmenten unterscheidet man, wie vorhin gesagt worden ist, drei Theile, welchen man den Namen Kopf (caput), Brustkasten (thorax) und Hinterleib oder Bauch (abdomen) gegeben hat.

Die Gliedmaßen dieser verschiedenartigen Thiere haben einen ähnlichen Bau, wie der Stamm des Thieres, denn sie sind aus festen Röhren oder aus hohlen Platten, die an einander gereiht sind und im Innern die zu ihrer Bewegung dienlichen Muskeln und Nerven einschließen, zusammengesetzt.

Der Kopf besteht nur aus einem einzigen Stück und trägt Augen, Fühler und die Anhängsel des Mundes. Die Fühler bilden das erste Paar Anhängsel der Insekten, und sind aus einer beträchtlichen Anzahl kleiner Glieder, die in einer Reihe auf einander folgen, zusammengesetzt. Sie treten aus dem vorderen oder oberen Theil des Kopfes heraus und zeigen in der Regel die Form dünner und biegsamer Hörner (a, Fig. 320); indessen ändert sich ihre Gestaltung bedeutend ab, besonders bei den Männchen; denn sie gleichen bald Federn (Fig. 322), bald Sägen, bald kleinen Keulen (Fig. 321), oder laufen sie auch

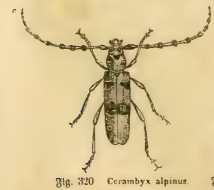


Fig. 320 Cerambyx alpinus. Fig. 321. Paussus cornu.

manchmal in einem erweiterten Theile zu Ende, der aus kleinen Blättchen zusammengesetzt ist, die wie die Blätter eines Buches über einander liegen (Fig. 338); sie sind bisweilen sehr lange. Ueber ihren Nutzen

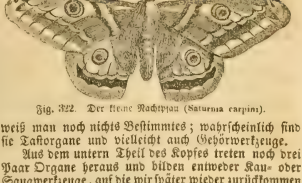


Fig. 322. Der kleine Nachtpfau (Saturnia carpini).

weiß man noch nichts Bestimmtes; wahrscheinlich sind sie Tastorgane und vielleicht auch Gehörwerkzeuge.

Aus dem untern Theil des Kopfes treten noch drei Paar Organe heraus und bilden entweder Kau- oder Saugwerkzeuge, auf die wir später wieder zurückkommen werden, wenn wir von der Verdauung sprechen (§. 523).

§. 516. Die Brust (thorax) der Insekten nimmt den mittleren Theil ihres Leibes ein und trägt sowohl die Füße als die Flügel. Dieser Theil ist immer in drei Ringe getheilt, welche Vorderbrust (prothorax), Mittelbrust (mesothorax) und Hinterbrust (metathorax) (a, b, c, Fig. 319) heißen. An dem untern Bogen (Bauchtheil) eines jeden Brustringes steht ein Fußpaar. Dagegen wachsen die Flügel aus dem oberen Theil, d. h. aus dem Rückenbogen der Brustringe heraus; der erste Brustring (prothorax) trägt niemals Flügel, und niemals sind mehr als ein einziges Paar auf jedem nachfolgenden vorhanden, so daß also ihre Anzahl höchstens zwei Paare beträgt.

§. 517. Man unterscheidet an den Füßen der Insekten zwei Hüftglieder (coxae), einen Schenkel (femur), ein Schienbein (tibia) und einen Fuß (tarsus), der in mehrere Glieder getheilt ist, deren Anzahl zwischen zwei und fünf wechselt, und der in Krallen ausläuft. Sie zeigen verschiedene Formen, die aber, wie man leicht begreift, immer in Beziehung zu der Lebensweise dieser Thiere stehen. So springen z. B. die Insekten, deren Hinterfüße sehr lang sind (Fig. 324), weit eher, als sie gehen; bei den schwimmenden Insekten, z. B. dem Schwimmkäfer (Dytiscus), der Wasserwanze (Notonecta) (Fig. 323) und dem Radschläger oder Drehkäfer (Gyrinus natator) (Fig. 325)

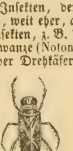


Fig 325. Gyrinus natator

Fig. 323 Die Wasserwanze (Notonecta)

Fig 324 Schnarrheuschrecke (Acridium).

sind die Tarsenglieder gewöhnlich platt, bewimpert und ruderförmig, und bei solchen, die an glatten Flächen hängen gehen können, findet man unter dem letzteren Tarsenglied einen kleinen Ballen oder ein Saugnäpfchen, um sich damit an die Gegenstände, die sie berühren, festzuhängen. Manchmal sind auch die Vorderfüße ähnlich den Maulwurfsfüßen geformt, wodurch sie zum Graben in der Erde geeignet sind; ein interessantes Beispiel von dieser Bildungsweise

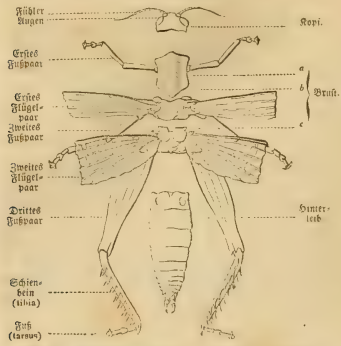


Fig. 319. Anatomie des Hautskelets einer wandernden Heuschrecke (Acridium migratorium).

Fig. 328. Morpho.

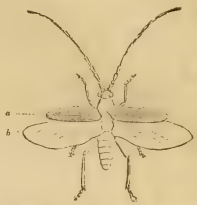


Fig. 329. Der Schreiner (Lamia aedilis).

Fig. 326. Die Werre oder Maulwurfsgrille (Gryllotalpa vulgaris).

Fig. 330. Das Geistchen (Orneodes hexadactylus).

Fig. 327. Das wandelnde Blatt (Mantis religiosa).

liefert uns die Werre (Gryllotalpa vulgaris) (Fig. 326), die auf unsern Feldern häufig so großen Schaden anrichtet, indem sie die Wurzeln, denen sie auf ihrem Wege begegnet, abschneidet. Es gibt auch solche Arten, bei welchen die Vorderfüße Greifwerkzeuge bilden, da sie wie eine Kralle gebaut sind und sich gegen das vorhergehende Glied, dessen Rand mit Stacheln besetzt ist, zurückschlagen können; auf eine solche Weise ist das wandelnde Blatt (Mantis religiosa) gebildet. Endlich kennt man auch Insekten, bei welchen die bloß angedeuteten und gegen die Brust zurückgeschlagenen Vorderfüße nicht mehr zu Bewegungen dienen und dem Auge leicht entgehen, so daß man beim ersten Anblick glauben könnte, als hätten diese Thiere bloß vier Füße: solche Fälle sind bei den Tagfaltern nicht selten (Fig. 328).

§. 518. Die Flügel der Insekten sind aus einer doppelten Haut zusammengesetzte und im Innern durch Rippen unterstützte Blätter. Kaum entwickelt, sind sie weich und biegsam; bald aber vertrocknen sie und bleiben steif und elastisch. Gewöhnlich sind zwei Paare vorhanden, niemals mehr; dagegen fehlt manchmal das eine oder andere Paar, und immer bilden sie sich auf den beiden letzteren Brustringen. Sie sind verschiedenartig gestaltet; wenn sie zum Flug dienen, so sind sie dünne, durchsichtig und mit gefärbtem, aus mikroskopisch kleinen Schüppchen gebildetem Staub bedeckt, wie man bei den Schmetterlingen sieht; häufig sind die Flügel des ersten Paares dick, hart und undurchsichtig, und bilden eine Art Schilder oder Etuis — die sogenannten **Flügeldecken** (elytres) (a, Fig. 329), welche im Zustand der Ruhe die häutigen Flügel (b) bedecken und zum Schutze derselben dienen: bei manchen Insekten sind dieselben Flügel an ihrer Spitze noch häutig und an ihrer Basis hart und undurchsichtig; solche Flügel werden alsdann **Halbflügeldecken** (hemelytres) genannt. Auch solche Insekten sind bekannt, bei welchen die Flügel keine Lamellen mehr bilden, sondern sich in eine Menge Häute gespalten zeigen, die an den Rändern wie fächerförmig zusammengestellte Federn gefranzt sind, was man z. B. bei einer den Schmetterlingen verwandten und mit den Namen Alucita und Orneodes bezeichneten Gattung sehen kann (Fig. 330). Wenn die Hinterflügel fehlen, so sind sie gewöhnlich durch zwei kleine bewegliche Stiele ersetzt, die keulförmig auslaufen und **Schwingkolben** genannt werden (Fig. 331).

§. 519. Der Hinterleib (abdomen) der Insekten ist aus über einander beweglichen Ringen zusammengesetzt, deren Anzahl sich häufig auf neun beläuft. Wenn man weniger daran bemerkt, so scheint dies

Fig. 331. Conops.

dazu zu rühren, daß zwei oder mehrere dieser Segmente mit einander verwachsen sind. Bei dem vollkommen ausgebildeten Insekte tragen diese Ringe weder Füße noch Flügel; diejenigen aber, die das hintere Ende des Leibes bilden, geben oft gewissen Anhängseln, deren Form und Gebrauch bedeutend variirt, die Entstehung. Bald sind es einfache Borsten oder Stiele, deren Funktionen man noch nicht ganz kennt, wie z. B. bei den Eintagsfliegen (Ephemera) (Fig. 358). Bald sind diese Organe hakenförmig und bilden eine mehr oder weniger starke Zange, z. B. bei den Ohrwürmern (Forficulae) (Fig. 332). Manchmal sind

Fig. 332. Der gemeine Ohrwurm (Forficula auricularia).

sie auch so gebaut, daß sie wie eine elastische Feder wirken und dem Thiere zum Vorwärtsschleudern seines Leibes dienen; eine solche Bildungsweise bieten uns gewisse kleine, mit dem Namen Gabelschwänze (Podura) (Fig. 333) bezeichnete Insekten dar, welche sich

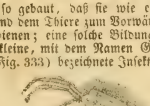


Fig. 333. Gabelschwanz (Podura).

in unsern Klimaten unter die Steine verstecken, oder sich auf der Oberfläche stiller Wasser aufhalten und manchmal auch im Schnee der kältesten Gegenden der Erde sich finden. In manchen Fällen zeigen diese Organe einen zusammengesetzteren Bau und bilden entweder eine Vertheidigungswaffe oder einen Apparat, der dem Thiere zur Bildung eines Deposits für die Eier dient, die es an einem solchen Orte niederlegt, der für die Entwicklung der Jungen geeignet ist; als Beispiele solcher Organe können wir den Stachel der Wespen und Bienen und den Legestachel der Gallwespe anführen. Der erstere besteht aus zwei Stileten, die in einer hornigen Scheide liegen und wovon jedes im Innern eine Furche zeigt, durch welche das in einer ganz naheliegenden Drüse ausgeschiedene Gift fließt: im Zustand der Ruhe liegt der ganze Apparat im Innern des Körpers versteckt; sobald sich aber das Insekt desselben bedienen will, so läßt es die Scheide heraustreten und senkt sie mit dem Stachel in die Haut seines Feindes. Es kommt manchmal vor, daß es seinen Stachel nicht mehr zurückziehen kann; in diesem Fall löst sich der ganze Apparat vom Leibe los und bleibt in der Wunde stecken. Die daraus hervorgehende Verletzung des Hinterleibes hat alsbald den Tod des Insektes zur Folge. Das Männchen ist dieser Waffe stets beraubt, daher kann man es ohne Gefahr anfassen; dagegen sind die Weibchen und oft auch die sterilen Individuen, die sogenannten Arbeitsbienen u. s. w., damit versehen. Der Stich bewirkt eine sehr schmerzhafte Entzündung. Der Legestachel der Mannacicade (Cicada orni *L.*), der Gichtwespe (Foenus) (Fig. 334), der Schlupfwespe

Fig. 334. Foenus jaculator.

(Ichneumon) und vieler anderer Insekten zeigt eine dem gewöhnlichen Stachel ziemlich ähnliche Bildung, und gewöhnlich bemerkt man daran eine kleine Säge, mit welcher das Insekt die vegetabilischen oder thierischen Gewebe, in welche es seine Eier niederlegen will, durchschneidet; indem auf diese Weise ein kleines, unter dem Namen Gallwespe (Cynips) bekanntes Insekt eine gewisse levantische Eichenspecies sticht, bewirkt sie die Bildung der Galläpfel, die zur Fabrikation der Schreibtinte und schwarzer Farben angewandt werden: der kleine, durch den Legestachel angebrachte Stich bewirkt das Austreten vegetabilischer Säfte, was alsbald einen Auswuchs, in dessen Mittelpunkt sich die Eier der Gallwespe befinden, zur Folge hat.

§. 520. Die Insekten sind mit sehr entwickelten Sinnen begabt; denn sie erfreuen sich in der That sowohl des Gehörs und Geruchs, als auch des Gefühls, des Geschmacks und des Gesichts; doch man hat bis jetzt noch nicht den Sitz des Geruchssinnes entdeckt, auch gewahrt man bei den meisten Insekten kein specielles Gehörorgan. Die Fühler und die Anhängsel des Mundes scheinen die Hauptorgane für den Tastsinn zu sein; die ersteren dienen vielleicht auch zur Wahrnehmung des Schalles. Ebenso wenig wissen wir auch von dem Apparat für den Geschmacksinn zu sagen; dagegen sind die Organe des Gesichts besser erforscht worden.

Der Bau der Augen ist sehr verschieden von dem, was wir bei den höheren Thieren gesehen haben. In der Regel ist das Organ, welches, mit bloßem Auge gesehen, ein einziges Auge zu sein scheint, in der Wirklichkeit aus einer Menge kleiner Augen zusammengesetzt, wovon jedes eine Hornhaut (cornea), einen kegelförmigen Glaskörper, einen besondern Ueberzug aus einer färbenden Substanz und einen besondern Nervenfaden hat. So zählt man bei dem gemeinen Maikäfer (Melolontha vulgaris) beinahe 9000 Augen; ja man kennt sogar Insekten, die mehr als 25,000 besitzen. Alle diese kleinen Hornhäute sind sechseckig und unter sich so verwachsen, daß sie eine gemeinsame Hornhaut bilden, deren Oberfläche eine Menge den Schleifen eines Netzes ähnlicher Abtheilungen darstellt, die bloß mit einem Vergrößerungsglase gesehen werden können; dies ist auch der Grund, warum man diese zusammengesetzten Augen (oculi composit.) häufig

Netzaugen oder Fasettenaugen nennt. Uebrigens ist jedes einzelne Auge vollkommen von denjenigen unterschieden, von denen es umgeben ist, und bildet mit ihnen einen Bündel von Röhren, wovon jede in einem von der letzten Anschwellung eines und desselben Sehnervens herkommenden Nervenfaden endigt. Fast alle Insekten sind mit zwei zusammengesetzten Augen versehen, die gewöhnlich an den Seiten des Kopfes stehen; manchmal werden sie auch durch einfache Augen ersetzt, und wiederum gibt es Fälle, wo beide Arten zugleich vorhanden sind. Was den Bau der einfachen Augen betrift, die man auch mit dem Namen Punktaugen (stemmata, ocelli) bezeichnet, so zeigen sie die größte Aehnlichkeit mit den einzelnen Elementen der zusammengesetzten Augen. Im Allgemeinen finden sich drei einfache Augen, die oben auf dem Scheitel zu einer Gruppe vereinigt sind. Man weiß noch nichts Genaues über die Art und Weise, wie diese Organe auf das sie treffende Licht einwirken, noch über den Vorgang des Sehens bei den Insekten.

§. 521. Manche Insekten besitzen, wie die höheren Thiere, das Vermögen, Töne hervorzubringen; gewöhnlich aber rührt ihr Gesang nicht von den Bewegungen der Luft in dem Respirationsapparate her, wie es bei den höheren Thieren der Fall ist, sondern hängt von einem Aneinanderreiben gewisser Körpertheile oder von Bewegungen ab, welche diesen speciellen Instrumenten durch die Zusammenziehung der Muskeln eingepflanzt werden. So ist z. B. das monotone und betäubende Geräusch der Mannacicade (Cicada orni *L.*) das Resultat der wechselsweisen Spannung und Erschlaffung einer elastischen Haut, die wie ein Trommelfell an der Basis des Hinterleibes ausgespannt ist; bei der Feldgrille (Gryllus campestris) sind es gewisse Flügeltheile, die durch ihr gegenseitiges Aneinanderreiben sehr stark vibriren und zu diesem Behufe einen sehr interessanten Bau darbieten; dagegen scheint das Summen der Fliegen von dem schnellen Austritt der Luft durch die Stigmen der Brust während der heftigen Flugbewegungen herzurühren. Noch gibt es gewisse andere Insekten, welche Laute hervorbringen, deren Bildungsweise man eigentlich noch nicht recht kennt; ein solches Insekt ist z. B. der unter dem Namen Todtenkopf (Sphinx Atropus *L.*) bekannte Nachtfalter.

§. 522. Das Nervensystem der Insekten zeigt die allgemeine Anordnung und den größten Theil der Modifikationen, die wir bei der Abhandlung der großen Abtheilung, wohin diese Thiere gehören, bezeichnet haben (siehe §. 511). Es ist aus einer doppelten Reihe von Ganglien zusammengesetzt, die unter sich durch Längsfäden vereinigt sind (Fig. 335); die Anzahl dieser Ganglien entspricht der Anzahl der Leibesringe; sie sind entweder fast gleichweit von einander entfernt und ziehen sich von dem einen Ende des Leibes zum andern hin, oder sind sie einander so genähert, daß sie eine einzige Masse bilden. Die Kopfganglien bieten eine ziemlich große Entwicklung dar und geben den Nerven, die für die Fühler, die Augen u. s. w. bestimmt sind, die Entstehung. Das erste Paar der Bauchganglien liefert die Nerven des Mundes; die Fäden, welche diese Marknoten mit den Kopfganglien vereinigen und um die Speiseröhre herumliegen, geben auf jeder Seite einen Nerven ab, der zum Magen hinabsteigt, und der durch seine Vereinigung mit dem Nerven der entgegengesetzten Seite einen mittleren Nerven bildet, welcher über dem Speisekanal liegt und auf seinem Verlaufe zwei Ganglien darstellt. Die drei folgenden Ganglienpaare gehören den drei Brustringen an, und geben die Fuß- und Flügelnerven ab; gewöhnlich liegen sie sehr nahe an einander und sind weit dicker als die folgenden, dem Hinterleibe angehörenden Paare.

Fig. 335.

§. 523. Die Art und Weise, wie sich die Insekten ernähren, ändert sich bedeutend ab; denn die einen leben nur von den Säften der Pflanzen und Thiere, die andern ernähren sich von festen Nahrungsmitteln, und sind entweder Fleischfresser oder Pflanzenfresser; diesen Unterschieden entsprechen alsdann auch merkwürdige Modifikationen in der Bildung des Mundes.

Bei den beißenden Insekten, z. B. bei dem Scarabaeus, dem gemeinen Maikäfer, der Schabe (Blatta) (Fig. 336) oder der wandernden Heuschrecke (Acridium migratorium), ist der Mund vornen mit der sogenannten Oberlippe oder Lefze (labrum) (a, Fig. 337)

Fig. 336. Der Kopf einer Schabe (Blatta) von vornen gesehen. *

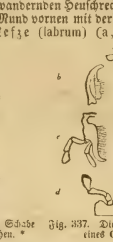


Fig. 337. Die Freßwerkzeuge eines Carabus.

besetzt, und zeigt auf jeder Seite einen dicken, beweglichen und sehr harten Zahn, den man Kinnbacken (mandibula) nennt (b, Fig. 337), und der zum Zertheilen der Nahrungsmittel dient. Unmittelbar hinter den Kinnbacken befindet sich ein zweites Paar Freßwerkzeuge mit einem complicirteren Bau: dies sind nämlich die Kinnladen (maxillae) (c, Fig. 337). Jedes dieser letzteren Organe zeigt an seiner innern Seite eine mehr oder weniger harte und gewöhnlich mit kleinen Zähnen oder Härchen bewaffnete Lamelle oder auch einen Cylinder von gleicher Beschaffenheit, während es an der Außenseite eine oder zwei kleine, aus mehreren Gliedern zusammengesetzte und Freßspitzen oder Taster (palpi maxillares) genannte Röhren trägt. Endlich findet sich hinter den Kinnladen ein zweites Paar Anhängsel, deren Basis auf einem hornigen Mittelstück, dem Kinn (mentum) (d), steht. Diese Organe bilden die Zunge (lingula) und stehen an den Kinnladen, wie diese letzteren an den Kinnbacken; auch gewahrt man an ihnen ein Paar bewegliche und gegliederte Fäden, welche Unterlippentaster (palpi labiales) heißen, weil man gewöhnlich den Namen Unterlippe (labium) dem mit der Zunge vereinigten Kinn gibt. Alle diese verschiedenen Theile ändern sich hinsichtlich ihrer Form je nach der Natur und Consistenz der Nahrungsmittel ab. Die Freßspitzen dienen hauptsächlich zum Erfassen der Speisen und zum Festhalten derselben zwischen den Kinnbacken, während diese Speisen von den letztgenannten Organen zerkleinert werden.

Manchmal werden die Kinnladen ungeheuer groß und bilden vornen am Kopfe eine Art Zange, eine Bildung, die z. B. bei dem Schröter (Lucanus cervus *L.*) (Fig. 338) und den andern Hirschkäferarten sehr merkwürdig ist.

§. 524. Bei den saugenden Insekten verlängern sich die Kinnladen und die Oberlippe und bilden einen

* *a* Die Fühler; — *b* die zusammengesetzten Augen; — *c* die Punktaugen; — *d* die Oberlippe oder Lefze; — *e* die Kinnladen; — *f* die Kinnbacken; — *g* die Zunge; — *h* die Unterlippentaster.

Fig. 338. Der Hirschkäfer oder Feuerschröder (Lucanus cervus L.).

röhrenartigen Rüssel, in dessen Innern man oft dünne Fädchen findet, welche die Funktionen kleiner Lanzetten ausüben und aus den Kinnbacken und Kinnladen gebildet sind, die sich in einem solchen Grade modifizirt zeigen, daß sie oft kaum mehr erkannt werden.

Bei den eigentlichen Bienen, den Rosenbienen (Fig. 339), dem Erdhummel (Bombus terrestris) und

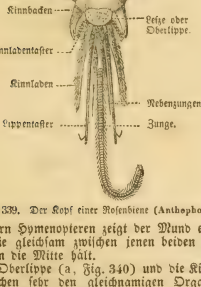


Fig. 339. Der Kopf einer Rosenbiene (Anthophora).

den andern Hymenopteren zeigt der Mund eine Bildung, die gleichsam zwischen jenen beiden extremen Zuständen die Mitte hält.

Die Oberlippe (a, Fig. 340) und die Kinnbacken (b) gleichen sehr den gleichnamigen Organen der beißenden Insekten; diese beiden Arten von Freßwerkzeugen zeigen nichts Auffallendes; dagegen sind die Kinnladen (c) und die Zunge (d) außerordentlich lang; die ersteren zeigen eine Röhrenform und bilden der Länge nach eine Scheide für die Ränder der Zunge, so daß diese zu Bündeln vereinigten Organe einen Rüssel bilden, welcher als Kanal für die stets weichen oder flüssigen Nahrungsmittel dieser Insekten dient. Dieser Rüssel ist an seiner Basis beweglich und in seiner ganzen übrigen Ausdehnung biegsam, rollt sich aber, wie wir es später bei den Schmetterlingen

Fig. 340.

sehen werden, spiralförmig auf. Was die Kinnbacken betrifft, so dienen sie hauptsächlich zum Abschneiden der Stoffe, womit sich die sogenannten Hautflügler (Hymenopteren) ihr Nest bauen oder wohl auch zum Ergreifen und Tödten der Beute, deren Säfte diese Insekten aussaugen. In der Mundhöhle bemerkt man auch noch andere feste Theile, welche den beißenden Insekten abgehen und Klappen bilden, welche die Bestimmung haben, den Schlundkopf jedesmal zu schließen, wenn Nichts zu verschlucken ist.

§. 525. Aus den nämlichen Elementen setzt sich auch der Saugapparat der Baumwanzen, der Mannacicaden, der Flöhe und anderer Insekten aus der Ordnung der Halbflügler (Hemipteren) zusammen; nur ist die Anordnung dieser Elemente ein wenig anders. Der Mund ist mit einem röhren- und cylinderförmigen Schnabel bewaffnet, der abwärts und nach hinten gerichtet ist (Fig. 341) und aus einer vier Stilette einschließenden Scheide besteht; diese Scheide (a, Fig. 342) ist aus vier in einer Reihe auf einander folgender Glieder gebildet und stellt die Unterlippe dar; an ihrer Basis gewahrt man ein kegelförmiges und verlängertes Stück, welches der Unterlippe entspricht; die Stilette (b, c), die wie dünne, steife Borsten oder Nadeln aussehen, welche an ihrer Spitze gezähnelt sind, um damit die Haut der Thiere oder die Gefäße der Vegetabilien durchbohren zu können, sind die Repräsentanten der außerordentlich verlängerten Kinnbacken und Kinnladen. Bei solchen Hemipteren, die auf Kosten der Thiere leben, ist der

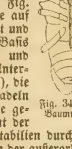


Fig. 341. Die Baumwanze.

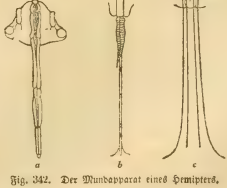


Fig. 342. Der Mundapparat eines Hemipters.

Schnabel in der Regel sehr stark und halbzirkelförmig unter den Kopf zurückgebogen. Dagegen ist er bei denjenigen, die sich von den Säften der Vegetabilien ernähren, fast immer dünne und im Zustand der Ruhe an die untere Seite der Brust zwischen den Füßen

zurückgelegt. Er ist zuweilen so lang, daß er rückwärts noch über den letzten Bauchring hinausragt.

Bei den Fliegen stellt der bald weiche und retractile, bald hornige und lange Rüssel auch die Unterlippe dar, und trägt häufig an seiner Basis Taster; auf seiner oberen Fläche läuft eine Längsfurche hin, welche gewisse Stilette bedeckt, deren Anzahl zwischen zwei und sechs wechselt und deren Analogien bei den beißenden Insekten die Kinnbacken, die Kinnladen und die Zunge sind. Manchmal nimmt er eine enorme Länge an (Fig. 343), oft ist er dagegen kaum zu sehen.

Fig. 343. Nemestrina longirostris.

§. 526. Bei den Schmetterlingen (Fig. 345), die sich gleichfalls von flüssigen Stoffen ernähren, welche sie aber innen auf dem Grund der Blumen finden, und die daher keiner schneidenden oder bohrenden Instrumente bedürfen, um sich dieselben zu verschaffen, finden sich keine Stilette mehr, die, wie bei den vorhergehenden, die Funktionen der Lanzetten ausüben. Dagegen ist ihr Mund mit einem langen Rüssel (Fig. 344) besetzt, der spiralförmig gewunden und aus zwei an

Fig. 344. Der Rüssel eines Schmetterlings *

Fig. 345

* a Der Kopf; — b die Basis der Fühler; — c das Auge; — d der Rüssel; — e die Freßspitzen (palpi maxillares).

ihrem innern Theil rinnenförmig ausgehöhlten Fädchen besteht, welche nichts Anderes als ungewöhnlich lange und in ihrer Form veränderte Kinnladen sind. An der Basis dieses Rüssels gewahrt man vornen ein kleines häutiges Stück, welches die Oberlippe darstellt; sodann zu jeder Seite ein kleines Wärzchen, als letzte Spur von den Kinnbacken. Auch entdeckt man daran Spuren von den Freßspitzen (palpi maxillares), und dahinter eine kleine dreieckige Lippe, auf der zwei sehr große, aus drei Gliedern zusammengesetzte und fast immer mit einer Wolle und Schüppchen (d) besetzte Unterlippentaster (palpi labiales) stehen.

§. 527. Der Speisekanal bietet in der Regel einen ziemlich complicirten Bau dar. Manchmal ist er gerade und hat beinahe in seiner ganzen Länge einen gleichen Durchmesser; gewöhnlich ist er aber mehr oder weniger biegsam und zeigt in seinem Verlaufe mehrere Erweiterungen und Verengungen. Alsdann unterscheidet man daran (Fig. 346) einen Schlundkopf, eine

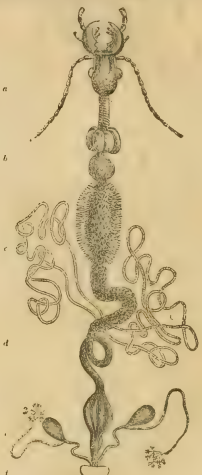


Fig. 346. Der Verdauungsapparat *

Speiseröhre, einen Vormagen oder Kropf und einen zweiten Magen oder eigentlichen Magen, dessen muskelige Wandungen oft mit hornigen, zum Zerreiben der Speisen geeigneten Ansätzen bedeckt sind; ferner einen dritten Magen, worin sich der Chylus bildet und dessen Textur weich und zart ist; endlich noch einen Dünndarm, einen Blinddarm und einen Mastdarm. Man bemerkt auch hier, wie bei den höheren Thieren, eine Beziehung zwischen der Beschaffenheit der Nahrungsmittel und der Entwicklung dieses Kanals; bei den fleischfressenden Insekten ist er gewöhnlich sehr kurz, während er bei solchen Insekten, die

* a Der Kopf mit seinen Fühlern, Kinnbacken u. s. w. — b der Vormagen und der eigentliche Magen, auf den das den Chylus bildende Gefäß folgt; — c die Gallengefäße; — d der Dormkanal; — e gewisse Secretionsorgane; — f der After.

sich von vegetabilischen Stoffen ernähren, in der Regel sehr lang ist. Ehe die Speisen dahin gelangen, werden sie vorerst eingespeichelt. Der den Speichel absondernde Apparat besteht in einer gewissen Anzahl freistehender Röhren, die zuweilen in kleine Schläuche oder Bläschen auslaufen und die mit dem Schlundkopf mittelst der Ausführungsgänge in Verbindung stehen. Eine Menge Franzen, womit der chylusbildende Magen gewöhnlich besetzt ist, scheinen zur Absonderung eines Magensaftes zu dienen; in diese Höhle ergiesst sich auch die Galle. Eine eigentliche Leber findet sich bei den Insekten nicht, sondern es wird dieses Organ durch lange und feine Röhrchen ersetzt, welche im Innern des Hinterleibes frei liegen und oben in den dritten Magen einmünden (c. Fig. 346). Diese Gallengefäße vertreten auch die Stelle der harnabsondernden Gefäße, denn es bildet sich in ihnen Harnsäure. Mit ihrem einen Ende münden sie immer in dem chylusbildenden Magen aus, während sich das andere Ende bald frei zeigt, bald mit dem Darmkanal entweder ganz nahe an der ersteren Oeffnung, oder in der Nähe des Mastdarmes verbunden ist. Endlich findet man am hinteren Ende des Darmkanals noch andere Secretionsorgane (e), welche zur Verarbeitung besonderer Flüssigkeiten (z. B. das Gift der Bienen) dienen, welche mehrere Insekten aus dem hinteren Theil ihres Bauches treten lassen, sobald man sie beunruhigt.

§. 528. Es scheint, daß der Chylus durch einfache Imbibition durch die Wandungen des Speisekanals hindurchdringt und sich mit dem Blute mischt. Diese letztere Flüssigkeit ist wässerig und farblos; sie ist in keine Gefäße eingeschlossen, sondern findet sich in den Lücken, welche die Organe zwischen sich lassen oder in der Substanz ihres Gewebes darstellen, verbreitet, daher besitzen auch die Insekten keine regelmäßige Circulation. Man bemerkt zwar wohl in gewissen Körpertheilen selbst ziemlich schnelle Strömungen; allein es durchläuft die ernährende Flüssigkeit keinen solchen Kreis, daß sie beständig an ihren Austrittspunkt zurückkäme. Es bestehen auch in der That bei diesen Thieren nur Spuren von einem regelmäßigen Kreislaufe (siehe §. 113). An der Rückenseite des Leibes sieht man eine Längeröhre (Fig. 317 u. 318), welche sich, ähnlich dem Herzen der höheren Thiere, abwechslungsweise erweitert und zusammenzieht; es scheint aber dieses Rückengefäß keinen Ast abzugeben. Die ernährende Flüssigkeit dringt zwar in dasselbe mittelst seitlicher Oeffnungen ein, die mit Klappen zur Verhinderung des Rückfließens der Flüssigkeit versehen sind, aber man weiß nicht, wie sie aus derselben entweicht. Uebrigens hängt die Bewegung des Blutes nicht einzig und allein von diesen Organen ab, denn man hat in neuerer Zeit in mehreren Insekten bewegliche Klappen entdeckt, die durch wechselsweises Oeffnen und Schließen in dem Blute lebhafte Strömungen hervorbringen, und sehr merkwürdig ist es, daß dieser Apparat in den Füßen liegt.

§. 529. Das durch seine Einwirkung auf die verschiedenen Gewebe der thierischen Oekonomie venös gewordene Blut kann sich also in keinem bestimmten Theil des Körpers mit dem Sauerstoff in Berührung setzen und auf diese Weise seine belebenden Eigenschaften wieder erlangen. Wenn die Respiration auf die gewöhnliche Weise mittelst der Lungen oder der Oberfläche des Körpers stattgefunden hätte, so würde sie also außerordentlich unvollständig gewesen sein; doch besteht keineswegs in der Wirklichkeit der Nachtheil, der aus dieser großen Unvollkommenheit in der so wichtigen Funktion der Circulation hervorgehen zu müssen scheint. Die Natur hat die Circulation des Blutes dadurch vervollständigt, daß sie die Luft selbst in alle Körpertheile mittelst einer Menge Kanäle leitet, welche mit der Außenwelt in Communikation stehen und sich in der Substanz der Organe ins Unendliche verzweigt (Fig. 47). Diese Luftröhren, welche, wie wir schon gesagt haben (§. 133), mit dem Namen Tracheen bezeichnet werden, zeigen einen zusammengesetzten Bau: gewöhnlich unterscheidet man drei Häute daran, wovon die mittlere aus einem spiralförmig, wie die elastischen Federn eines Polenträgers gewundenen Knorpelfaden gebildet ist. Sie sind entweder einfach, oder zeigen sie eine gewisse Anzahl großer Anschwellungen von der Form mehrer Bläschen, welche als Luftbehälter funktioniren (b, Fig. 46). Die Oeffnungen, durch welche die Luft in die Tracheen eintritt, werden Luftlöcher oder Stigmen (spiracula s. stigmata) genannt, und gleichen im Allgemeinen einem kleinen Knopflöche; manchmal aber stellen sie zwei Klappen dar, welche sich wie die Thürflügel öffnen und schließen. Von den Stigmen sieht man gewöhnlich ein Paar an den obern Seitentheilen eines jeden Ringes; indessen fehlen sie auch oft an den beiden letzten Brustringen.

Was den Mechanismus betrifft, womit sich die Luft im Innern dieses Respirationsapparates erneuert, so scheint er in der Regel nur in einer Ausdehnung und Zusammenziehung des Hinterleibes zu bestehen. Die Respiration ist bei diesen Thieren sehr thätig. Sie verzehren im Vergleich zu ihrer Größe eine große Menge Luft, und werden schnell von der Asphyxie betroffen, wenn man sie des Sauerstoffs beraubt; in diesem scheintodten Zustande vermögen sie aber sehr lange zu verharren, ohne das Vermögen zu verlieren, ins Leben wieder zurückzukehren.

§. 530. Die meisten Insekten entwickeln nur sehr wenig Wärme; doch gibt es einige unter diesen Thieren, die in gewissen Umständen immerhin so viel erzeugen, daß ihre Temperatur dadurch um ein Merkliches steigt. Die Bienen sind solche Insekten, besonders wenn sie sich in ihrem Korbe lebhaft hin und herbewegen, wobei auch ihre Respiration sehr lebhaft wird.

§. 531. Eine andere, noch merkwürdigere Erscheinung, deren Ursachen man aber noch nicht kennt, ist die Lichtentwicklung, die man bei einigen Insekten beobachtet. Ein solches Insekt ist z. B. der bekannte Leuchtkäfer (Lampyris): das Männchen (Fig. 347) ist beflügelt und nicht leuchtend; dagegen wirft das unbeflügelte Weibchen (Fig. 348), welches sich sehr häufig in warmen Sommernächten auf Hecken findet, einen sehr lebhaften Lichtschein um sich. Bei einer

Fig. 347. Der Leuchtkäfer, Lampyris. (Ein männliches Individuum).

Fig. 348. Der Leuchtkäfer. (Ein weibliches Individuum).

andern Leuchtkäferart, die in Italien einheimisch ist, sind Männchen und Weibchen zugleich beflügelt und leuchtend; aber besonders merkwürdig ist diese interessante Eigenschaft bei gewissen Schnellkäfern, welche die warmen Gegenden Amerika's bewohnen und welche, in der Finsternis fliegend, eine sehr schöne natürliche Beleuchtung hervorbringen; deswegen werden sie öfters als Zierde von den Frauen in die Haare gesteckt; und man versichert sogar, daß sich die Indianer derselben als Leuchte bedienen, wenn sie des Nachts reisen. Bei unsern Leuchtkäfern rührt der Lichtschein von einigen Flecken her, die an dem obern Theil der zwei oder drei letzten Bauchringe liegen, während er bei den Schnellkäfern von ähnlichen Flecken ausgeht, die auf dem ersten Brustringe liegen. Es scheint, daß das Insekt die Intensität der Phosphorescenz beliebig ändern kann, und daß dieser

Schein noch eine Zeitlang fortbesteht, wenn man es in ein zur Respiration unbrauchbares Gas oder selbst in einen luftleeren Raum bringt, daß er dagegen in kaltem Wasser erlischt.

§. 532. Die beiden Geschlechter sind bei den Insekten von einander verschieden, und oft ist der Unterschied zwischen dem Männchen und Weibchen sehr groß; wie z. B. bei den vorhin erwähnten Leuchtkäfern (Fig. 347, 348). Fast alle Insekten legen Eier; nur einige gebären lebendige Jungen. Oft ist beim Weibchen am Ende des Hinterleibes ein Stachel, ein Legestachel oder irgend ein anderes Organ, um damit die zur Aufnahme der Eier geeigneten Löcher zu bohren; und durch einen merkwürdigen Instinkt geleitet, setzt das Weibchen dieselben immer an derjenigen Stelle ab, wo die Jungen in ihrer Nähe die nöthigen Nahrungsstoffe finden werden, obwohl dieselben in den meisten Fällen ganz anderer Art sind, als diejenigen, die es für sich selbst suchte.

So lange die Insekten noch jung sind, häuten sie sich mehrere Male und zeigen alsdann fast immer eine der auffallendsten Erscheinungen, wovon wir übrigens schon bei den Batrachiern Beispiele gesehen haben. Die meisten gleichen bei ihrem Auskriechen aus dem Ei weder ihren Eltern, noch dem, was sie später werden, und erleiden, ehe sie in den vollkommenen Zustand eintreten, so große Veränderungen, daß man diese am besten mit dem Namen Metamorphosen oder Umwandlungen bezeichnet.

Gewöhnlich durchlaufen die Insekten drei sehr verschiedene Zustände, welche man Larvenzustand (Fig. 349), Nymphenzustand (Fig. 350) und vollkommenen Zustand (Fig. 351) nennt; indessen sind diese Zustände nicht immer gleich groß, denn bald machen diese Veränderungen das Thier vollkommen unkenntbar, bald bestehen sie bloß in der Entwicklung der Flügel; daher bezeichnet man diese verschiedenen Grade der Umwandlung mit dem Namen vollständige oder ganze Metamorphosen und unvollständige oder halbe Metamorphosen.

§. 533. Die Insekten mit vollständigen Metamorphosen sind immer mehr oder weniger wurmförmig, wenn sie das Ei verlassen und im Larvenzustande sind (Fig. 349); ihr Leib ist alsdann lang,

Fig. 349. Der Fenchelsegler (Aegeria anthracina) (im Raupenzustand).

beinahe immer weich und in bewegliche Ringe getheilt, deren Normalzahl 13 ist. Bald sind sie der Füße vollständig beraubt, bald besitzen sie eine veränderliche Anzahl dieser Organe, die aber keineswegs durch ihre Form an die der gleichnamigen Theile bei dem ausgebildeten Insekte erinnern. Sie haben fast immer nur einfache Augen, und manchmal gar keine; ihr Mund ist beinahe stets mit Kinnbacken und Kinnladen bewaffnet, gleichviel, welche Form sie in der Folge annehmen werden, und man sieht häufig die ersteren dieser Organe eben sowohl zur Drisbewegung, als zum Ergreifen der Nahrungsmittel dienen. Uebrigens variiren diese Larven in ihrer Form und werden bald Raupen, bald Würmer genannt.

Nachdem sie in diesem Zustand eine Zeitlang geblieben sind und mehrere Häutungen erlitten haben, so bilden sich ihre Flügel unter der Haut und sie verändern sich in Nymphen. Sie nehmen, so lange diese zweite Lebensperiode dauert, keine Nahrung mehr zu sich und bleiben unbeweglich. Entweder vertrocknet die Haut, deren sie sich beraubten, und bildet einen eiförmigen Cocon, in welchem sie eingeschlossen bleiben, oder werden sie nur von einem ganz dünnen Häutchen bedeckt, welches über die äußeren Organe hergelegt, und einer Borke gleicht, in welcher das Insekt, wie in Windeln gehüllt, erscheint. Diese letztere Bildung, die man bei den Nymphen der Schmetterlinge (Fig. 350) sieht, hat ihnen auch den Namen Puppe gegeben.

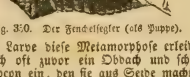


Fig. 350. Der Fenchelsegler (als Puppe).

Ehe die Larve diese Metamorphose erleidet, bereitet sie sich oft zuvor ein Obdach und schließt sich in einen Cocon ein, den sie aus Seide macht, die sie aus besondern Speicheldrüsen ausscheidet und mit den Spinngefäßen, die sich an ihren Lippen befinden, spinnt. Manchmal hängt sie sich mittelst Fäden irgendwo auf (Fig. 350) oder versteckt sie sich in irgend ein Loch. Während das Insekt in dieser scheinbaren Ruhe verweilt, findet im Innern seines Leibes eine große Thätigkeit Statt, deren Ergebniß die vollständige Entwicklung seiner Organisation ist. Die inneren Theile erweichen sich und nehmen allmählig die Form an, welche sie später beibehalten; die verschiedenen Organe, die man an dem ausgebildeten Insekte gewahrt, entwickeln sich unter der sie verdeckenden Hülle, und ist diese Evolution vollendet, so befreit es sich von dieser Maske, entfaltet seine Flügel, welche alsbald an Consistenz gewinnen, und wird ein vollkommen ausgebildetes Insekt.

Fig. 351. Der Fenchelsegler (als Schmetterling).

§. 534. Als Beispiel von diesen vollständigen Metamorphosen können wir nichts Besseres als die Seidenraupe (Bombyx mori *L.*) wählen; denn dieses Thier hat im Larvenzustand für uns ein unermeßliches Interesse; das Auferziehen des Seidenwurms trägt mächtig zum landwirthschaftlichen Wohlstand unserer südlichen Länder bei, und seine Erzeugnisse beschäftigen viele tausend Hände.

Fig. 352. Der Seidenwurm oder die Seidenraupe (Bombyx mori *L.*).

Dieses Insekt ist in den nördlichen Gegenden China's einheimisch und wurde erst im sechsten Jahrhundert in Europa eingeführt. Griechische Missionäre brachten unter Justinians Regierung von diesen Thieren Eier nach Constantinopel; zur Zeit der ersten Kreuzzüge verbreitete sich ihre Cultur in Sicilien und Italien; aber erst zur Zeit Heinrichs IV. (im 16. Jahrh.) gewann dieser landwirthschaftliche Industriezweig einige Bedeutung für die südlichen Provinzen Frankreichs, wo sie heutzutage eine Quelle der größten Reichthümer bildet.

Die Eier der Seidenraupe werden von den Landwirthen Seidenwurmsamen genannt. Getrocknet sehen sie aschgrau aus; bei dieser Beschaffenheit kann man sie bei einiger Sorgfalt ziemlich lange aufbewahren, ohne daß sie vertrocknen. Damit die Eier ausgebeutet werden können, haben sie eine Zeitlang eine Temperatur von wenigstens 15 bis 16 Graden des hunderttheiligen Thermometers nöthig. Nachdem sie acht bis zehn Tage in einer zunehmenden Wärme sich befunden haben, werden sie weißlich, und bald nachher fangen die Larven an, aus den Eiern zu kriechen. Diese kleinen Thierchen sind im Moment der Entstehung nur ungefähr 1¼ Linien lang. Ihr Leib ist länglich, walzenförmig, geringelt, nackt und gewöhnlich von grauer Farbe; am vorderen Ende desselben unterscheidet man einen Kopf, der wie aus zwei harten und schuppenartigen Plattkäppchen, auf denen man Augen als schwarze Punkte bemerkt, gebildet zu sein scheint; der Mund nimmt den vorderen Theil dieses Kopfes ein, und ist mit starken Kinnladen bewaffnet; die drei nachfolgenden Ringe, wovon jeder ein Paar kleine schuppige Füße trägt, stellen die Brust dar; der Hinterleib ist sehr entwickelt und trägt an den beiden ersten Segmenten keine Füße, dagegen ist er hinten mit fünf Paar fleischigen Warzen besetzt, die Stummeln gleichen und ebenso viele Füße bilden.

Das Erste, was man sogleich nach der Geburt der Seidenraupen zu thun hat, ist dies, daß man sie von ihren Eierschalen befreit und sie auf Weidengeflechte bringt, wo sie die geeignete Nahrung finden. Zu diesem Zwecke bedeckt man gewöhnlich die Eier mit einem durchlöcherten Papier, wodurch die Würmer hindurchschlüpfen, um auf die darauf gelegten Maulbeerblätter zu gelangen; sobald sie auf den mit Blättern besetzten Maulbeerzweigen sitzen, so bringt man sie auf die Weidengeflechte, die ihnen zum Aufenthalt dienen. Die Nahrung der Seidenwürmer besteht in Maulbeerblättern (Fig. 352), daher hängt von der Cultur dieser Pflanze die Möglichkeit der Seidenzucht ab. Zu diesem Zwecke wird der weiße Maulbeerbaum allgemein angewandt. Dieser Baum wird 40 bis 50 Fuß hoch und liefert 4 bis 5, manchmal auch 10 bis 12 Centner Blätter. Er kommt ziemlich gut in allen Gegenden fort, denn man bedaut ihn mit Erfolg sogar bis zum Norden Europa's hinaus; doch wird er nirgends wild angetroffen. Er ist in China einheimisch. Zwei griechische Mönche brachten ihn gegen Mitte des sechsten Jahrhunderts zu gleicher Zeit mit dem Seidenwurm nach Europa. Seine Cultur machte bald nachher große Fortschritte im Peloponnes und gab daher Veranlassung, daß man diesem Theil von Griechenland den neuern Namen Morea verlieh. Von da wurden die Maulbeerbäume, nebst den Seidenraupen, durch König Roger nach Sicilien übergepflanzt und breiteten sich auch in Calabrien schnell aus. Als einige Edelleute, die Karl VIII. nach Italien während des Krieges vom Jahre 1494 begleiteten, alle die Vortheile erkannt hatten, welche dieses Land aus diesem landwirthschaftlichen Zweig zieht, wollten sie dieselben auch ihrem Vaterlande zuwenden und ließen sich von Neapel Maulbeerbäume bringen, die sie in der Provence und in der Dauphine anpflanzten. Noch vor 30 Jahren sah man zu Allan, bei Montelimart, den ersten dieser Bäume, die in Frankreich angepflanzt worden sind; er wurde durch Guy Pope von Saint-Auban dahin gebracht. Heutzutage bereden die Maulbeerbäume einen großen Theil des südlichen Frankreichs; sie werden selbst im Norden dieses Landes gepflanzt.

Die Seidenwürmer leben im Larvenzustand ungefähr 34 Tage lang, während welcher Zeit sie sich vier Mal häuten; die Zeit zwischen einer Häutung zur andern bildet die verschiedenen Alter dieser kleinen Thiere. Bei Annäherung der ersten Häutung fallen sie in eine Betäubung und hören zu fressen auf; wenn aber diese Häutung vorüber ist, so verdoppelt sich auch ihr Hunger. Man nennt kleinen Fraß den Moment des großen Appetits, welcher jeder der vier ersten Häutungen vorausgeht, dagegen großen Fraß den großen Appetit, welchen man während des fünften Alters wahrnimmt. Die Menge des Futters, das sie zu sich nehmen, nimmt schnell zu. Man berechnet gewöhnlich die Quantität Lorbeerblätter, welche die aus einer Unze Seidenraupensamen hervorgebenden Larven während des ersten Alters, dessen Dauer 5 Tage beträgt, verzehren, auf ungefähr 7 Pfund; sie steigt auf 21 Pfund während des zweiten Alters, das nur 4 Tage lang währt; auf 70 Pfund im dritten Alter, welches 7 Tage lang dauert; auf 210 Pfund im vierten Alter, dessen Dauer dem dritten Alter gleich ist, und endlich auf 1200 bis 1300 Pfund im fünften Alter. Am sechsten Tage des letzten Alters findet der große Fraß statt. An diesem Tage verzehren die Würmer 200 bis 300 Pfund Blätter, und machen dabei ein Geräusch, das dem eines starken Platzregens nicht unähnlich ist. Am zehnten Tag hören sie zu fressen auf und bereiten sich zu ihrer ersten Metamorphose vor. Man sieht alsdann, wie sie auf die Zweige der kleinen Reisbüscheln zu klettern suchen, welche man auf die Gestechte legt, wo sie seither geblieben sind. Ihr Leib wird weich und aus ihrem Munde tritt ein Seidenfaden, den sie nach sich ziehen. Hierauf heften sie sich irgendwo an, und werfen eine Menge außerordentlich feiner Fäden um sich; mitten in diesem Netze aufgehängt, spinnen sie ihren Cocon, indem sie sich beständig um sich selbst in verschiedenen Richtungen drehen und auf diese Weise um ihren Leib den Faden wickeln, den das Spinngefäß ihrer Lippe von sich gibt. Die so gebildete Seide bildet sich in Drüsen, die eine große Aehnlichkeit mit den Speicheldrüsen der andern Thiere haben; der Stoff, aus dem sie besteht, ist im Moment seines Austritts weich und klebrig, wird aber alsbald an der Luft fest; deßwegen sind auch die verschiedenen Windungen eines einzigen Fadens fest an einander geklebt und bilden eine eirunde Hülle, deren Gewebe ziemlich fest ist. Die Farbe dieser Rohseide ist verschieden, denn sie ist bald gelb, bald glänzend weiß, je nach der Varietät der Seidenraupe; die Länge eines jeden Fadens beträgt häufig über 300 Meter; ändert sich aber, sowie auch das Gewicht des Cocons, bedeutend ab. Die Würmer aus einer einzigen Unze Samen können möglicherweise 300 Pfund Cocons liefern; doch ist eine solche Ernte selten, und häufig gewinnt man aus ihnen nur 70 bis 80 Pfund.

Gewöhnlich reichen 3½ bis 4 Tage den Larven zur Vollendung ihres Cocons hin, und wenn man hierauf diese Art Zelle öffnet, so bemerkt man, daß das Thier jetzt anders aussieht, als vor ihrem Einpuppen (Fig. 354), denn sie hat eine braune Farbe angenommen, ihre Haut gleicht altem Leder und ihre Form einem Ei, das an seinem hintern Ende spitzig ist. Man bemerkt an ihr weder Kopf, noch Kinnladen; dagegen ist der hintere Theil des Leibes in bewegliche Ringe getheilt, während man vornen ein schief laufendes Band bemerkt, das wie eine Echarpe angelegt ist und die künftigen Flügel des vollkommenen

Insektes darstellt. Die Zeit, während welcher die Seidenraupen auf diese Weise im Puppenzustand bleiben, ändert sich je nach der Temperatur ab. Beträgt die Wärme 15 bis 18 Grade, so treten sie zwischen dem achtzehnten und zwanzigsten Tage in den vollkommenen Zustand ein. Um ihren Cocon durchbrechen zu können, befeuchten sie dessen eines Ende mit einer besondern Flüssigkeit, die sie von sich geben, und drücken alsdann mit ihrem Kopfe heftig gegen die erweichte Stelle. Wenn die Seidenraupe auf diese Weise ihre Metamorphosen vollendet hat, so zeigt sie sich als ein Schmetterling mit weißlichen Flügeln (Fig. 353): der Mund ist jetzt nicht mehr, wie früher,

Fig. 353. Die Seidenraupe (als Schmetterling).

Fig. 354. Die Seidenraupe (als Puppe).

mit Kinnladen bewaffnet, sondern zu einem spiralförmig gewundenen Rüssel verlängert; die Beine sind dünne und lang, und der Schmetterling ist sowohl nach seiner äußeren Form, als seiner inneren Bildung von der Raupe verschieden. Die Schmetterlinge suchen sich beinahe sogleich nach ihrer Entstehung auf; hierauf legen die Weibchen ihre Eier, deren Anzahl auf mehr als 500 für jedes Insekt berechnet wird; nachdem sie im vollkommenen Zustand 10 bis 20 Tage gelebt haben, sterben sie.

§. 535. Die Bienen, deren wir schon früher (§. 332) Erwähnung thaten, erleiden noch größere Veränderungen, weil ihnen im Larvenzustand die Füße vollständig fehlen und sie kleinen Würmern gleichen. Ebenso ist es auch bei den Fliegen, den Mücken (Schnaken) und einer großen Anzahl anderer Insekten: so sind z. B. die wurmförmigen Thierchen, wovon das faule Fleisch zuweilen wimmelt, und die unter dem Namen Fleischwürmer bekannt sind, nichts Anderes als die Larven der Goldfliege (Musca Caesar). Die Schnaken oder Mücken, die des Abends in zahlreichen Schwärmen in der Luft auf und nieder tanzen, und den Menschen durch ihre giftigen Stiche so beschwerlich fallen, leben während ihres Larvenzustandes im Wasser. Als Larven sind sie wurmförmig, der Füße beraubt, und tragen hinten Borsten und gewisse Anhängsel, die strahlenförmig angelegt sind (Fig. 356); ihr vorletzter Leibesring trägt eine

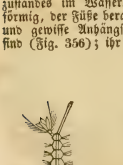


Fig. 356. Die Larve einer Mücke.

Fig. 357. Eine Mücke oder Schnake (Culex) (vergrößert).

ziemlich lange Röhre (l), womit das Insekt in der Atmosphäre die nöthige Luft schöpft. Um auf diese Weise zu athmen, hängt es sich gleichsam an der Oberfläche des Wassers auf, wobei der Kopf abwärts gerichtet ist; man sieht es diesen Akt nach kurzen Zwischenräumen wiederholen. Als Nymphe fährt es im Wasser zu leben und sich darin zu bewegen fort, athmet aber nicht mehr nach Art der Larve, sondern schöpft die ihm nöthige Luft mittelst zweier Röhren, die auf der Brust stehen. Die Nymphe schwimmt auf der Oberfläche des Wassers herum und wird nach vollendeter Metamorphose ein vollkommenes Insekt (Fig. 357), das sich seiner Nymphenhülle wie eines Schiffchens so lange bedient, bis seine Füße und Flügel gehörig erstarkt sind, und es alsdann auf dem Wasser gehen oder davonfliegen kann; denn würde es, wie es öfters geschieht, wenn der Wind diese dünnen und leichten Fahrzeuge umstürzt, unter Wasser gesetzt, so müßte es unfehlbar ertrinken.

§. 536. Die Insekten mit halben oder unvollständigen Metamorphosen durchlaufen zwar auch einen Larven- und Nymphenzustand, ehe sie vollkommen ausgebildet sind; allein hier ist die Larve von dem vollkommenen Insekt nur durch den Mangel an Flügeln verschieden, und der Nymphenzustand ist nur durch das Wachsen dieser Organe bezeichnet, welche, anfangs zusammengefaltet und unter der Haut verborgen, nun frei sind, aber sich erst zur Zeit der letzten Häutung vollständig entwickeln.

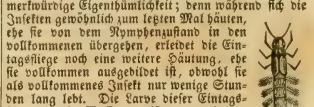


Fig. 358. Die Eintagsfliege (Ephemera).

Als Beispiele von solchen Insekten wollen wir die wandernden Heuschrecken und die Eintagsfliegen (Fig. 358) anführen. Bei den letzteren zeigt sich noch eine merkwürdige Eigenthümlichkeit; denn während sich die Insekten gewöhnlich zum letzten Mal häuten, ehe sie von dem Nymphenzustand in den vollkommenen übergehen, erleidet die Eintagsfliege noch eine weitere Häutung, ehe sie vollkommen ausgebildet ist, obwohl sie als vollkommenes Insekt nur wenige Stunden lang lebt. Die Larve dieser Eintagsfliegen lebt im Wasser und ist nur wenig von dem ausgebildeten Insekte verschieden, wenn man davon absieht, daß ihre Füße kürzer sind, daß sie der Flügel ermangeln und daß sie an jeder Seite ihres Hinterleibes eine Reihe kleiner Blättchen tragen, deren sie sich als Athmungs- und Schwimmorgane bedienen. Die Nymphe (Fig. 359) differirt von der Larve bloß durch das Dasein von Flügelscheiden. Wenn die Flügel sich entwickeln sollen, verläßt das Insekt das Wasser und setzt sich, nachdem es einige Minuten lang in der Luft herumgeflattert ist, auf einen erhabenen Gegenstand und gibt sich alsbald heftigen Bewegungen hin, wodurch es sich von seiner Deckhaut befreit; und erst jetzt erhalten die Füße ihre gehörige Länge und der Leib die Farbe, die er für immer behalten soll.

Fig. 359.

§. 537. Einige Insekten durchlaufen nicht die ganze Reihe der vorhin erwähnten Umwandlungen, obgleich sie in ihrer Jugend beträchtliche Veränderungen erleiden; sie scheinen, so zu sagen, in ihrer Entwicklung auf halbem Wege stehen zu bleiben und niemals zum Besitz von Flügeln zu gelangen. Hieher gehören z. B. die Flöhe. Wenn sie aus dem Ei schlüpfen, so sind sie der Füße beraubt und haben das Aussehen kleiner weißer Würmer. Diese Larven sind sehr lebhaft und rollen sich kreisförmig oder spiralförmig zu-

sammen. Bald nachher erhalten sie ein rothes Aussehen und schließen sich, nachdem sie in diesem Zustande zwölf Tage lang gelebt haben, in eine äußerst zarte kleine Seidenpuppe ein, um sich darin in Nymphen umzubilden; endlich geben sie, wenn die Witterung gut ist, nach einer etwa zwölftägigen Verpuppung aus ihrer Hülle vollkommen ausgebildet hervor.

§. 538. Endlich gibt es auch Insekten, die keine Metamorphose erleiden, sondern mit allen Organen, deren sie bedürfen, zur Welt kommen; dies sind aber immer ungeflügelte Insekten. In diesem Falle befinden sich der Springschwanz, Podura (Fig. 333), von der schon früher die Rede war, und die Läuse.

§. 539. Schon durch ihre Organisation sind die Insekten merkwürdig, noch merkwürdiger aber sind sie hinsichtlich ihrer Sitten, Lebensweise und dem bewunderungswürdigen Instinkte, womit die Natur eine große Anzahl derselben begabt hat. Sie setzen ebensowohl durch die List, womit sie sich ihre Nahrung verschaffen und sich ihren Feinden entziehen, als durch den Kunsttrieb, den sie bei ihren Arbeiten zeigen, alle diejenigen in Erstaunen, von denen sie beobachtet werden; und sieht man, wie sie sich zu zahlreichen Gesellschaften vereinigen, um ihre individuelle Schwachheit zu ergänzen, sich gegenseitig beistehen, die zum Wohl ihrer Gesellschaft nothwendigen Arbeiten theilen, für die zukünftigen Bedürfnisse Vorsorge treffen, und oft sogar ihre Verrichtungen nach zufälligen Umständen, in denen sie sich befinden, regeln, so ist man ganz betroffen, bei so kleinen und scheinbar so unvollkommenen Wesen, so verschiedenartige und mächtige Triebe und intellectuelle Combinationen, die dem Raisonnement gleichen, zu finden. Dieser Gegenstand wäre unerschöpflich, wenn wir hier Beispiele von diesen interessanten Erscheinungen berichten wollten; indessen verbieten uns die engen Grenzen dieses Buches, mehr Zeit dazu zu verwenden, daher verweisen wir unsere Leser auf das, was wir im Allgemeinen (§. 317 bis §. 339) von den Verrichtungen der Thiere gesagt haben.

§. 540. **Die Classification der Insekten.** Wenn wir nun die wichtigsten Unterschiede, welche die Insekten, unter sich darbieten, in wenige Worte zusammenfassen wollten, so würden wir sehen, daß diese Unterschiede besonders von dem Baue der Freß- und Saugwerkzeuge, welche die Lebensweise dieser Thiere bestimmt; ferner von der Einrichtung der Organe, die zur Ortsbewegung in der Luft bestimmt sind, welche Funktion einen der sprechendsten Züge der ganzen Insektenklasse bildet; endlich auch von der Art der Metamorphose, welche diese Thiere erleiden, abhängen. Nach dem, was wir bereits an einem andern Orte über das Wesen der natürlichen Classificationen gesagt haben, ist es nun klar, daß der Zoologe in den Modificationen des Mundapparates, den Flügeln und der Entwicklungsweise die Grundlagen für die methodische Eintheilung dieser Thiere suchen muß. Dies ist auch in der That der Grund, warum man sie in eine gewisse Anzahl Ordnungen theilt, denen man die Namen **Käfer, Geradflügler, Netzflügler, Hautflügler, Schmetterlinge, Halbflügler, Rhipipteren, Zweiflügler, Parasiten** und **Thysanuren** (*) gibt.

§. 541. **Die Käfer** (Coleoptera), so wie auch die Geradflügler und Netzflügler u. s. w. ernähren sich von festen Substanzen, sowohl aus dem thierischen als vegetabilischen Reiche, und sind deßwegen mit Kinnbacken und Kinnladen versehen, womit sie diese Speisen zerkleinern können (Fig. 337). Sie sind im Besitze von zwei Paar Flügeln, indessen sind die des ersten Paares zum Fluge nicht geeignet und bilden harte und hornartige Schilder, welche man **Flügeldecken** (elytra) nennt (Fig. 329). Dagegen sind die Flügel des zweiten Paares häutig, durchsichtig und allzu lang, als daß sie von den Flügeldecken bedeckt werden könnten, ohne sich quer über umschlagen zu müssen: sie fehlen manchmal, alsdann aber ist es dem Thiere unmöglich, zu fliegen: ein solches Insekt ist z. B. der schwarze Kornwurm (Calandra granaria L.), welcher auf unsern Kornböden so großen Schaden anrichtet und sich durch seinen schnabelförmig verlängerten Kopf bemerkbar macht.

Die Käfer erleiden vollständige Metamorphosen. Die Larve gleicht einem Wurme, dessen Kopf hornig ist, während der übrige Leib sich fast immer weich zeigt (Fig. 360); der Mund ist wie der des vollkommenen Insektes gebaut; es sind nicht immer Punktaugen vorhanden; jeder der drei Ringe, welche auf den Kopf unmittelbar folgen, ist fast immer mit einem Paar gewöhnlich sehr kurzer Füße versehen; auch findet sich bei einer großen Anzahl dieser Thiere ein Paar unächte Füße, welche an dem letzten Segmente des Hinterleibes stehen. Die Nymphe ist unthätig und nimmt keine Nahrung zu sich; sie ist mit einer Haut bedeckt, die sich genau an die darunter liegenden Theile anschließt und dieselben wahrnehmen läßt.

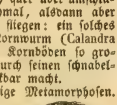


Fig. 360. Die Larve eines Maikäfers (Melolontha vulgaris).

Die meisten dieser Insekten zeichnen sich durch die Härte ihrer Bedeckungen und dem Glanze ihrer Farben aus; die einen sind Fleischfresser, wie z. B. der auf sandigen Wegen so gemeine Goldhahn (Carabus auratus) (Fig. 6); andere, wie z. B. die Maikäfer, ernähren sich von vegetabilischen Substanzen. Ihre Zahl ist unermeßlich groß, denn man kennt jetzt mehr als 30,000 Arten; doch werden wir uns hier damit begnügen, daß wir bloß anführen: die Scarabaei, von denen eine gewisse Art (Fig. 363) wegen der Achtung, in der sie bei den alten Aegyptern stand, berühmt geworden ist; die Cantharide oder spanische Fliege (Cantharis vesicatoria L.) (Fig. 361), die im südlichen Frankreich und in Spanien auf der Esche und der Springe leben, und der Arzneikunde eine blasenziehende Substanz liefert, welche sehr stark wirkt; die Kornwürmer, die im Getreide leben; die Todtenuhr (Anobium pertinax) (Fig. 362) und den Dieb (Ptinus fur), welche im Larvenzustand das Holz alter Hausgeräthe und der Gebälke durchbohren; den Speckkäfer (Dermestes), dessen Larve sich von den Häuten und Bälgen anderer Thiere ernähren und daher das Pelzwerk

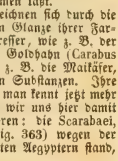


Fig. 361. Die gemeine spanische Fliege, Cantharis vesicatoria L. (vergrößert).

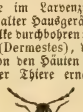


Fig. 362. Die Todtenuhr (Anobium pertinax).

Fig. 364. Der gemeine Speckkäfer (Dermestes lardarius).

Fig. 363. Ateuchus aegyptiacus Latr.

und die zoologischen Sammlungen zerstören: endlich die Sonnenkäfer (Coccinellae), die Lauskäfer (Fig. 6), u. s. w.

§. 542. Die Geradflügler (Orthoptera) gleichen den vorhergehenden hinsichtlich des allgemeinen Baues der Kauwerkzeuge, sowie durch die Anzahl und Consistenz ihrer Flügel; aber sie unterscheiden sich von ihnen sowohl hinsichtlich der Art und Weise, wie sich die Hinterflügel falten, als hinsichtlich der Natur ihrer Metamorphosen. Bei ihnen sind die Flügeldecken weniger hart, als bei den Käfern, und wenn die häutigen Flügel (Fig. 365) im Zustand der Ruhe sind, so schlagen sie sich nicht mehr in die Quere um, sondern falten sich bloß in der Längsrichtung wie ein Fächer zusammen. Sie erleiden nur halbe Metamorphosen; denn es gleichen sowohl die Larve als die Nymphe dem vollkommenen Insekte, wenn man auf die Flügel keine Rücksicht nimmt. Sie sind

Fig. 365. Die wandernde Heuschrecke (Acridium migratorium).

sämmtlich Landinsekten, und die meisten sind durch ihren langgestreckten Leib und die außerordentliche Entwicklung ihrer Hinterfüße, wodurch sie hüpfend werden, ausgezeichnet.

Fig. 366. Die Schabe (Blatta).

Fig. 367. Die Hausgrille (Gryllus domesticus L.).

Die Hauptrepräsentanten dieser Gruppe sind die wandernden Heuschrecken und die Schnarrheuschrecken (Fig. 324); in diese Gruppe bringt man aber auch die Fangheuschrecke (Mantis) (Fig. 327), die Blattheuschrecken (Fig. 368), die Hausgrille (Fig. 367), die Werre oder Maulwurfsgrille (Fig. 326), die Schaben (Fig. 366) und der Ohrwurm (332).

Fig. 368. Die Blattheuschrecke oder das indische wandelnde Blatt (Phyllium siccifolium).

§. 543. Die Netzflügler (Neuroptera) unterscheiden sich von den andern beißenden Insekten durch die Textur ihrer 4 Flügel, welche sämmtlich häutig, durchscheinend, außerordentlich zart und alle gleich geeignet zum Fluge sind. Der Leib dieser Insekten ist gewöhnlich weich und sehr lang gestreckt; die einen erleiden vollständige Metamorphosen, andere nur eine halbe. Diese Ordnung begreift die Libellula (Fig. 369),

Fig. 369. Libellula indica.

die Wasserjungfer (Agrion) (Fig. 145), die Eintagsfliege (Fig. 358), die Ameisenjungfer (Myrmeleo) (Fig. 370), die Termiten (Termitina), die Frühlingsfliege (Phryganea) u. s. w. in sich.

Fig. 370. Der gemeine Ameisenlöwe (Myrmeleo formicarius).

§. 544. Die Hautflügler (Hymenoptera) bilden gewissermaßen den Uebergang zwischen den beißenden Insekten und den saugenden; denn sie besitzen Kinn-

backen, die beinahe ebenso gestaltet sind, wie bei den ersteren; nur bedienen sie sich derselben nicht zum Kauen und ernähren sich von weichen und flüssigen Substanzen, welche sie mittelst eines beweglichen und biegsamen, aus den Kinnladen und einer außerordentlich langen Zunge zusammengesetzten Rüssels einsaugen (Fig. 339). Sie haben, wie die Netzflügler, vier häutige und durchsichtige Flügel; diese sind aber nicht mehr netzförmig wie ein Spitzengewebe, sondern in eine gewisse Anzahl ziemlich großer Zellen durch hornige Rippen getheilt. Im Zustand der Ruhe durchkreuzen sich die Flügel senkrecht über dem Leibe. Ihre Bedeckungen bieten nur wenig Härte dar, und der Hinterleib der Weibchen endigt entweder in einem Legestachel oder einem Giftstachel.

Diese Insekten erleiden eine vollständige Metamorphose. Die Larve ist bald der Füße beraubt und gleicht alsdann einem Wurme; bald hat sie sechs Füße mit Haken und oft auch 12 bis 16 häutige Füße, wodurch sie mehr den Raupen ähnlich sieht; sie hat in dem einen und andern Fall einen schuppigen Kopf mit Kinnbacken, Kinnladen und einer Lippe, an deren Spitze der Spinnapparat zum Durchziehen des Seidenstoffs liegt, woraus sie sich ihre Puppe bildet. Die Lebensweise dieser Larven ist sehr verschieden. Mehrere können nicht ohne fremden Beistand leben und werden daher, wie wir bereits bei den Bienen gesehen haben, durch die sogenannten in Gesellschaften vereinigten Sterilen gemeinschaftlich versorgt (§. 332). Die Nymphe bleibt ohne Nahrung und in voller Ruhe. Im vollkommenen Zustand leben die Hautflügler fast alle auf den Blumen und sterben nach Verfluß eines Jahres.

Diese Ordnung faßt den größten Theil solcher Insekten in sich, die hinsichtlich ihrer Naturtriebe am merkwürdigsten sind, also z. B. die Ameisen, die Bienen (Fig. 111) und die Wespen. Hieher gehören auch noch der Erdhummel (Fig. 371), die Holzbienen

Fig. 371. Der Erdhummel (Bombus terrestris).

(Fig. 103), die Holzwespe (Sirex) (Fig. 372), die

Fig. 372. Die große Holzwespe (Sirex gigas L).

Schlupfwespe (Ichneumon), die Gallwespe (Cynips) u. s. w.

§. 345. Die Ordnung der Schmetterlinge (Lepidoptera) besteht aus Insekten, deren Mund

Fig. 373. Das Pfauenauge oder der Tagpfau (Vanessa Jo).

(Fig. 344) eine solche Bildung zeigt, daß er sich bloß zum Auffaugen der Säfte eignet, die auf der Oberfläche der Pflanzen niedergelegt sind, und deren vier häutige Flügel undurchsichtig und durch die Gegenwart eines schuppigen auf ihrer Oberfläche liegenden Staubes verschiedenartig gefärbt sind (Fig. 373). Der Mund hat, wie wir bereits erwähnt haben, die Form eines langen, spiralförmig gewundenen Rüssels. Diese Insekten erleiden vollständige Metamorphosen; ihre unter dem Namen Raupen bekannten Larven (Fig. 319 und 377, 46) sind an den beiden Enden ihres Leibes mit Füßen versehen und leben gewöhnlich von Blättern; die einen hüllen sich in einen seidenen Cocon ein, um darin ihre Verwandlung zu vollenden; andere umwickeln sich mit Blättern oder hängen sich an irgend einen Gegenstand mittelst eines Seidenfadens auf.

Fig. 374. Der Plexippusfichfüßer (Tachyptera plexippus).

Unter den Schmetterlingen flattern die einen bei Tag herum, andere zeigen sich nur in der Abenddämmerung, und wiederum fliegen andere nur des Nachts aus. Die Tagschmetterlinge (Diurna) erkennt

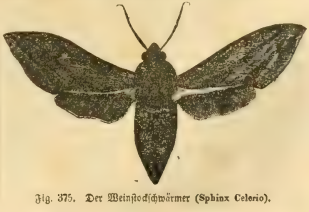


Fig. 375. Der Weinstockschwärmer (Sphinx Celerio).

man an ihren im Zustand der Ruhe senkrecht in die Höhe gerichteten Flügeln (Fig. 374), und sind durch die Mannigfaltigkeit und Lebhaftigkeit ihrer Farben

Fig. 376. Der Eichenspinner (Bombyx trepida).

merkwürdig; man bezeichnet sie allgemein mit dem Namen Tagschmetterlinge oder Tagfalter (Papilionidæ); die Zoologen unterscheiden eckflügelige Falter (Vanessa) oder eigentliche Tagfalter (Fig. 351), Danaiden (Danaidæ) (Fig. 374) ꝛc. Die Abendschmetterlinge (Crepuscularia) und die Nachtschmetterlinge (Nocturna) haben in der Ruhe horizontal gelegte Flügel und im Allgemeinen eine mattere Färbung als die vorhergehenden. Es gehören hieher die Sphingiden (Sphingidae) (Fig. 375), die Bombyciden oder Spinner (Bombycidae) (Fig. 376), die Spanner (Geometridae), die Tineiden oder Motten (Tineidae) u. s. w. Auch

Fig. 377. Nymphula lemnalis. *

rechnet man zu dieser Gruppe die Pyraliden (Pyralidae) (Fig. 377), welche nicht selten in unsern Weinbergen großen Schaden anrichten.

§. 546. Bei den Halbflüglern (Hemiptera) ist der Mund gleichfalls zum Saugen eingerichtet, besteht aber nicht in einem einfachen Rüssel, und hat die Form eines Schnabels, worin sich spitzige Stilettchen befinden, die sich zum Durchbohren der thierischen und vegetabilischen Gewebe eignen, aus welchen das Insekt die ihm zur Nahrung dienenden Flüssigkeiten saugt (siehe §. 525). Diese Insekten besitzen gewöhnlich 4 Flügel, wie die vorhergehenden; allein die des ersteren Paares sind in der Regel nur am Ende häutig und bilden Halbflügeldecken; die Metamorphosen sind unvollständig, denn das Insekt ändert, indem es wächst, weder Form, noch Gewohnheit, nur erhält es gewöhnlich Flügel, deren es anfangs beraubt ist; doch manchmal bleibt es auch dieser Organe für immer beraubt: in diesem Falle befinden sich z. B. die Bettwanzen. Zu dieser Ordnung zählt man die Pentatomiden oder Schildwanzen (Pentatomidae) u. s. w. (Fig. 378, 379), die Scorpionwanzen oder

Fig. 378. Baumwanze (Pentatoma).

Fig. 379. Tetyra maura.

Wasserwanzen (Nepidae) (Fig. 381), die Cicadiden oder Singecicaden (Cicadidae) (383), die Blattläuse oder Aphididen (Aphididae), die Schildlaus (Coccus L.) u. s. w. Zu dieser Gruppe muß man

Fig. 380. Der gemeine Floh (Pulex irritans).

Fig. 382. Die Bettwanze (Acanthia lectularia).

Fig. 383. Cicada maculata.

Fig. 381. Der Wasserscorpion (Nepa).

auch den Floh (Fig. 380) rechnen, der wie die Bettwanze stets ungeflügelt ist, und von den meisten Naturforschern als eine besondere Ordnung, nämlich die der Sauger, betrachtet worden ist.

§. 547. Die Ordnung der Zweiflügler (Diptera) ist durch das Vorhandensein eines einzigen Paars häutiger Flügel charakterisirt, die den Flügeln der Hautflügler ziemlich ähnlich sehen, und durch den Bau des Mundes bloß zum Saugen organisirt sind. An diesem Munde unterscheidet man im Allgemeinen einen Rüssel, der bald hornig und lang, bald weich und

* Ein durch einen Wicker eingefressenes Traubenblatt: — 4 das Männchen; — 4a das Weibchen; — 4b die Raupe; — 4c die Eier; — 4d, 4e die Puppen.

zurückziehbar ist und steife und spitze Borsten einschließt.

Man kann sich eine ziemlich genaue Vorstellung von der allgemeinen Form der Halbflügler machen, wenn man die Form der gemeinen Fliege betrachtet, die eines dieser Insekten ist; wir fügen hier bloß noch dies bei, daß sämmtliche Halbflügler vollständige Metamorphosen erleiden. Die Larven (Fig. 384, a) sind der Füße beraubt: der Kopf ist weich, der Mund gewöhnlich mit zwei Häkchen versehen. Bald häuten sie sich mehrere Male und spinnen sich in eine Puppe ein, um sich darin in Nymphen umzuwandeln, bald häuten sie sich gar nicht und ihre harte und dornartige Haut wird für die Nymphe eine feste Puppe, die wie ein Saamenkorn aussieht.

In dieser Abtheilung finden außer der eigentlichen Fliege (Musca) auch die Mücke (Culex), die Bremsfliege (Oestrus), die Biehbremse (Tabanus) u. s. w. ihren Platz.

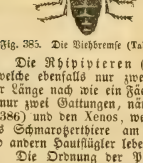


Fig. 384. Die Bremsfliege (Oestrus).

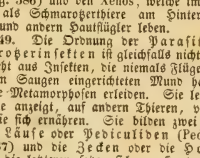


Fig. 385. Die Biehbremse (Tabanus).

§. 548. Die Rhipiptera (Rhipiptera) sind Insekten, welche ebenfalls nur zwei Flügel haben, die aber der Länge nach wie ein Fächer gefaltet sind; man kennt nur zwei Gattungen, nämlich: den Stylops (Fig. 386) und den Xenos, welche im Larvenzustand als Schmarotzerthiere am Hinterleibe der Wespen und andern Hautflügler leben.

§. 549. Die Ordnung der Parasiten oder Schmarotzerinsekten ist gleichfalls nicht zahlreich und besteht aus Insekten, die niemals Flügel besitzen, einen zum Saugen eingerichteten Mund haben und und keine Metamorphosen erleiden. Sie leben, wie ihr Name anzeigt, auf andern Thieren, von deren Säften sie sich ernähren. Sie bilden zwei Gattungen; die Läuse oder Pediculiden (Pediculidae) (Fig. 387) und die Zecken oder die Holzböcke (Ricini); die letzteren setzen sich am Hunde und an verschiedenen Vögeln fest.

§. 550. Die Insekten aus der Ordnung der Thysanuren (Thysanura) entstehen gleichfalls schon mit der Form, die sie ihr ganzes Leben lang inne haben, und sind immer unbeflügelt; sie unterscheiden sich aber von dem vorhergehenden durch ihren Kauapparat und die Anhängsel ihres Hinterleibes. Zu diesen Insekten werden der Springschwanz (Podura) (Fig. 333), der Zuckergast (Lepisma), das Fischchen (Machilis) (Fig. 388), u. s. w. gezählt.

Fig. 386. Stylops (vergrößert).

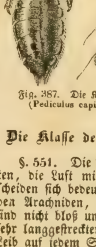


Fig. 387. Die Kopflaus (Pediculus capitis).

Fig. 388. Das Fischchen (Machilis).

Die Klasse der Myriapoden (Myriapoda).

§. 551. Die Myriapoden athmen, wie die Insekten, die Luft mittelst Tracheen ein; aber sie unterscheiden sich bedeutend von diesen Thieren, sowie von den Arachniden, durch ihre allgemeine Form. Sie sind nicht bloß unbeflügelt, sondern es trägt auch ihr sehr langgestreckter und in zahlreiche Ringe getheilter Leib auf jedem Segmente wenigstens ein Paar Füße; daher beläuft sich die Anzahl dieser Organe immer auf 24 oder noch mehr Paare. Auch findet sich keine Demarkationslinie zwischen der Brust (thorax) und dem Hinterleibe (abdomen). Sie hätten eine Aehnlichkeit mit Schlangen oder Würmern, wenn sie nicht mit Füßen versehen wären; hinsichtlich ihrer innern Organisation aber nähern sie sich den gewöhnlichen Insekten an.

Der Kopf der Myriapoden ist mit zwei kleinen Fühlern und mit zwei gewöhnlich durch die Vereinigung von Punktaugen (ocelli) gebildeten Augen besetzt. Ihr Mund ist zu einem Kauorgane eingerichtet und stellt ein Paar zweigliedriger Kinnbacken dar, auf welche eine Art Lippe mit 4 Abtheilungen und zwei Paar Anhängsel, die kleinen Füßen ähnlich sind, folgen. Die Anzahl der Leibesringe ist verschieden, und zuweilen scheinen diese Segmente je paarweise mit einander vereinigt zu sein, so daß jedes bewegliche Stück zwei Paar Füße trägt (Fig. 360). Diese letzteren Organe laufen bloß in einem einzigen Haken aus. Auch findet sich auf jeder Seite des Leibes eine Reihe Stigmen, die mit den auf die nämliche Weise, wie bei den gewöhnlichen Insekten, gebildeten Tracheen in Communikation stehen. Die Myriapoden erleiden in ihrer Jugend zwar auch Metamorphosen, allein diese Veränderungen sind nicht mit denjenigen gleichbedeutend, die wir bei den eigentlichen Insekten gesehen haben, sondern bestehen bloß in der Bildung neuer Ringe und in einer entsprechenden Vermehrung der Füße.

§. 552. Diese kleine Thierklasse besteht aus zwei natürlichen Gruppen, die man durch die Form der Fühler leicht von einander unterscheiden kann, nämlich aus den Chylognathen (Chylognata) und den Chylopoden (Chylopoda).

Fig. 389. Julus.

Fig. 390. Der Polydesmus (Polydesmus).

Die Chylognathen haben einen walzenförmigen Leib und ernähren sich von mehr oder weniger zerlegten organischen Stoffen; ihr Gang ist langsam, und häufig rollen sie sich zu einer Spirale oder zu einer Kugel zusammen. Man unterscheidet: Julus (Fig. 389), Polydesmus (Fig. 390) und Glomeris (Kugelassel).

Die Chyloponden haben einen plattgedrückten Leib, der häutiger als bei den vorhergehenden ist: sie sind Fleischfresser und laufen sehr schnell. Diese Gruppe besteht aus drei Gattungen, nämlich: aus dem Scolopender (Scolopendra) (Fig. 139), aus der Gattung Lithobius und aus der Gattung Scutigera.

Die Klasse der Arachniden (Arachnides).

§. 553 Die Klasse der Arachniden ist aus gegliederten Thieren zusammengesetzt, die eine große Aehnlichkeit mit den Insekten haben und deren Organisation ebenfalls zu einem Leben in der atmosphärischen Luft bestimmt ist, die aber hinsichtlich ihrer allgemeinen Körperform und der Anzahl der Füße auf den ersten Blick von jenen unterschieden werden können, und auch noch durch mehre wichtige Eigenthümlichkeiten in ihrem innern Bau von der vorhergehenden Klasse verschieden sind; denn die Arachniden haben alle einen Kopf, der mit der Brust verwachsen und mit keinen Fühlern besetzt ist; sie besitzen 4 Paar Füße, aber keine Flügel; sie athmen im Allgemeinen mittelst Lungenhöhlen und beinahe alle sind im Besitz eines ziemlich vollständigen Circulationsapparates.

§. 554. Das Hautskelet ist bei diesen Thieren im Allgemeinen weniger fest, als bei den Insekten; der Leib besteht aus zwei Hauptheilen, die fast immer von einander gesondert sind: der eine heißt Kopfbruststück (Cephalothorax), weil Kopf und Bruststück in eins verschmolzen sind; der andere wird Hinterleib oder Bauch (abdomen) genannt, und ist entweder aus einer Reihe deutlicher Ringe (z. B. bei den Scorpionen) (Fig. 395), oder aus einer weichen, kugeligen und ungetheilten Masse (z. B. bei den Spinnen) (Fig. 146) zusammengesetzt.

Fig. 391. Die Wärgrinne (Theraphosa).

Die Organe für die Ortsbewegung sind alle in den Cephalothorax eingefügt und bestehen in acht Füßen, die mit den Füßen der Insekten eine große Aehnlichkeit haben und beinahe immer in zwei Haken endigen; gewöhnlich sind sie sehr lange und leicht zerbrechlich; wenn aber der Stummel sich vernarbt hat, so erzeugt er, wie bei den Crustaceen, einen neuen Fuß, welcher nach und nach wächst und endlich demjenigen ähnlich wird, den das Thier verloren hatte. Niemals zeigen die Arachniden Spuren von Flügeln und niemals ist ihr Hinterleib mit Organen für die Ortsbewegung versehen (Fig. 391).

§. 555. Am vordern Theile des Kopfbruststücks befinden sich der Mund und die Augen. Diese letzteren Organe sind immer einfach und ziemlich zahlreich: man rechnet deren gewöhnlich acht (Fig. 392), und an jedem von ihnen unterscheidet man eine durchsichtige Hornhaut, hinter welcher sich eine Krystalllinse und eine Glasfeuchtigkeit finden, ferner eine durch das Ende des Sehnerves gebildete Netzhaut und eine Hülle aus einer färbenden Substanz. In Beziehung auf die Gehörorgane der Arachniden weiß man Nichts; indessen hat man mehrfache Beweise von der Existenz des Gehörsinnes bei diesen Thieren; ja es scheint sogar, das gewisse Arachniden für den Reiz der Musik empfänglich sind. Der Fühlsinn hat seinen Sitz hauptsächlich an den Fußspitzen und den Anhängseln des Mundes.

Fig. 392.

§. 556. Das Nervensystem der Arachniden bietet ziemlich große Verschiedenheiten dar; bald besteht es (z. B. bei den Scorpionen) aus einer Reihe von acht Ganglienmassen, die unter sich durch doppelte Nervenstränge vereinigt sind, welche eine von dem einen Leibesende zum andern fast gleichförmig verlaufende Kette bilden; bald findet man (z. B. bei den Spinnen) sämmtliche Brustganglien zu einer einzigen Masse vereinigt (t, Fig. 393 u. Fig. 396), von welcher nach hinten zwei Nervenfäden (c) abgehen, die in ein einziges Bauchganglion einmünden (a, Fig. 396). Uebrigens ist die allgemeine Anordnung dieser Theile

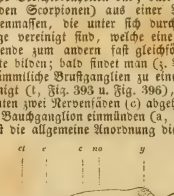


Fig. 393. Das Nervensystem u. s. w. *

immer die gleiche: die vordern Ganglien (c), die vor und über der Speiseröhre liegen und häufig als das Gehirn dieser Thiere betrachtet werden, geben nach vornen die Sehnerven ab, und setzen sich nach hinten mit dem Ganglienringe fort, der die Speiseröhre umgibt; die übrigen Ganglien liegen unterhalb der Speiseröhre und senden an die Füße, an die Anhängsel des Bauches u. s. w. Nerven aus (Fig. 393.)

§. 557. Die Arachniden sind Fleischfresser; übrigens saugen sie gewöhnlich nur die in ihrer Beute enthaltenen Säfte auf; und um ihnen den Fang solcher Thiere zu erleichtern, deren Stärke sie besürchten müssen, so hat die Natur eine große Anzahl unter ihnen mit einem Giftapparate begabt. Die meisten

* Der Durchschnitt des Kopfbruststücks von einer Wärgrinne (Theraphosa, welcher die Anordnung des Nervensystems zeigt: — et das Kopfbruststück; — m ein Kinnbacken; — g ein bewegtlicher Haken, in welchem er endigt; — b der Mund; — o der Speiseröhre; — e der Magen; — ab der Anfang des Hinterleibs; — c das Gehirn oder Kopfganglion; — t die Ganglienmasse der Brust; — ca Nervenfäden, die sich mit den Bauchganglien vereinigen; — no der Sehnerv; — y die Augen.

ernähren sich von Insekten, die sie lebend ergreifen; einige sind jedoch Parasiten. Bei den ersteren ist der Mund (Fig. 394) mit einem Paar Kinnbacken, die mit beweglichen Haken bewaffnet, oder zangenförmig sind, mit einem Paar blättrigen Kinnladen, von denen eine jede einen mehr oder weniger fühlermigen Taster trägt, und mit einer Unterlippe belegt; bei den Parasiten hat der Mund die Form eines kleinen Rüssels, aus welchem eine Zunge tritt, die durch die Kinnladen gebildet wird. — Der bewegliche Kinnbackenhaken zeigt an seiner Spitze eine kleine Oeffnung, welche die Mündung des Ausführungsganges der bereits erwähnten Giftdrüse ist. Die Flüssigkeit, die diese letztere auf die Wunden gießt, bewirkt beinahe sogleich die Betäubung der Insekten, auf welche die Arachniden Jagd machen; sie ist aber zu schwach, um dem Menschen zu schaden, daher geschieht es mit Unrecht, wenn man oft im gemeinen Leben die Blattern und rothen Flecken, die sich zuweilen auf unserer Haut entwickeln, dem Biß der Spinnen zuschreibt.

Fig. 394. *

Gewisse Arachniden sind noch mit einem andern Giftapparate versehen, der denselben Zweck hat und zugleich als Vertheidigungswaffe dient: dies ist nämlich der Haken, in welchem der Hinterleib der Scorpione ausläuft (Fig. 395). Dieser Stachel hat unterhalb der Spitze mehrere Oeffnungen, welche mit einer Giftdrüse in Verbindung stehen. Der Stich dieser Arachniden ist oft selbst für ziemlich große Thiere, z. B. für Hunde, tödtlich. Auch für den Menschen sind die großen Scorpione der heißen Ländern sehr gefährlich, doch scheint für ihn der Stich durch europäische Arten niemals tödtlich zu sein; gewöhnlich hat er eine mehr oder weniger heftige, örtliche Entzündung, die von Fieber und Betäubung, und manchmal auch von einer Erbrechung, von Schmerzen im ganzen Leibe und von Zittern begleitet ist. Um diese Zufälle zu beseitigen, rathen die Aerzte die Anwendung von Ammoniak, sowohl innerlich als äußerlich gebraucht, und das Auflegen erweichender Substanzen auf die Haut an.

Fig. 395. Der eigentliche Scorpion (Scorpion).

Der Speisekanal ist im Allgemeinen ziemlich einfach, manchmal zeigt er auch blindsackförmige Anhängsel, welche bis in das Innere der Füße dringen. Gewöhnlich münden Röhren, die den Gallengefäßen entsprechen, nahe am After in den Darmkanal ein; bei einigen Arachniden, z. B. den Scorpionen, ist auch eine aus vier traubenförmigen Drüsen zusammengesetzte Leber vorhanden.

Um die Afteröffnung herum finden sich auch die Absonderungsdrüsen des Seidenstoffs und die Spinngefäße, mit denen mehrere Arachniden oft sehr ausgedehnte und äußerst feine Gewebe spinnen (s. Fig. 396).

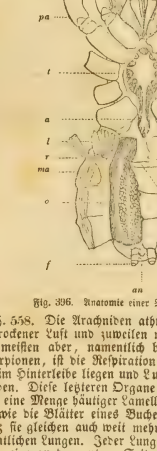


Fig. 396. Anatomie einer Würgspinne. *

§. 558. Die Arachniden athmen wie die Insekten in trockener Luft und zuweilen mittelst Tracheen; bei den meisten aber, namentlich bei den Spinnen und Scorpionen, ist die Respiration in Säcke concentrirt, die im Hinterleibe liegen und Lungensäcke genannt werden. Diese letzteren Organe stellen in ihrem Innern eine Menge häutiger Lamellen dar (s. Fig. 396), die wie die Blätter eines Buches an einander gelegt sind; sie gleichen auch weit mehr innern Kiemen, als eigentlichen Lungen. Jeder Lungensack erhält die Luft durch eine an der untern Seite des Bauches liegenden Oeffnung (s); man zählt deren bald zwei, bald vier oder selbst acht.

Gewisse Spinnen, z. B. die Segestria besitzen Lungensäcke und zugleich Tracheen; und andere, z. B. der gehörnte Weberknecht (Phalangium cornutum) und die Milbe, sind bloß mit Tracheen versehen. Diese Röhren haben denselben Bau, wie bei den Insekten; die Luft dringt in dieselben durch zwei sehr kleine, am unteren Theile des Bauches liegenden Stigmen ein.

Das Blut ist bei sämmtlichen Thieren dieser Klasse weiß. Diejenigen Arachniden, die durch Lungen athmen, haben einen ziemlich vollständigen Circulationsapparat. Ihr Herz (Fig. 397) liegt auf dem Rücken, hat die Form eines länglichen Gefäßes und gibt verschiedenen Arterien ihren Ursprung; wenn das Blut die Organe durchströmt hat, begibt es sich zu den Lungen und gelangt von da zum Herzen, indem es eine ähnliche Bahn durchläuft, wie

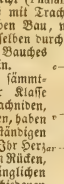


Fig. 397. **

* Der Mundapparat einer Spinne: — *s* das Brustbein; — *l* Oberlippe; — *ma* Kinnladen; — *p* Taster; — *m* Kinnbacken; — *g* der Kinnbackenhaken.

* *ct* der Cephalothorax, der unten offen steht und der den Füßen, deren Grundtheile noch an ihrem Plaze zu sehen sind, einen Anheftpunkt gibt; — *pa* das erste Fußpaar; — *p* ein Taster; — *m* die Kinnbacken; — *ab* der Hinterleib oder Bauch; — *t* die Ganglienmasse der Brust; — *a* die Bauchganglien; — *po* die Lungensäcke; — *s* die Stigmen; — *l* die Respirationslamellen einer dieser geöffneten Höhlen; — *o* Eierstöcke; — *or* die Mündung der Eierleiter; — *ma* Bauchmuskeln; — *an* der After; — *f* Spinngefäße.

** Bauch und Herz einer Spinne: — *a* Bauch; — *c* Herz; — *ar* Kopfarterie; — *v* venöse Kanäle.

diejenige, welche wir schon bei den Crustaceen gesehen haben (§. 111). Bei denjenigen Arachniden, deren Respiration einzig und allein mittelst Tracheen geschieht, ist der Circulationsapparat im Zustand des Rudiments. Es scheint bei ihnen bloß ein einfaches Rückengefäß, ohne Arterien und Venen, vorhanden zu sein.

§. 559. Die Arachniden legen Eier. Das Männchen differirt gewöhnlich von dem Weibchen hinsichtlich der Form der Taster (palpi maxillares), die für diese Thiere einen bedeutenden Nutzen zu haben scheinen. Eine große Anzahl Arachniden hüllen ihre Eier in einen Seidencocon, und zuweilen bleibt die Mutter bei ihren Jungen, um dieselben zu beschützen, und trägt sie sogar auf ihrem Rücken, wenn sie noch zu schwach zum Gehen sind. Alle diese Thiere erleiden mehrere Häutungen, ehe sie erwachsen sind, und einige erleiden auch eine Art Metamorphose, denn es gibt unter ihnen auch solche, die anfänglich nur drei Paar Füße haben und ein viertes Paar erst in einem späteren Alter erhalten.

§. 560. Die Arachniden sind mit verschiedenartigen Naturtrieben begabt, die zuweilen eben so merkwürdig sind, als die der Insekten; ja man ist sogar veranlaßt, ihnen noch entwickeltere Fähigkeiten beizumessen, denn man hat in dieser Klasse Thiere gesehen, denen man so zu sagen eine Erziehung geben konnte und die Spuren von einer Art Intelligenz zeigten. Mehrere nehmen ihre Zuflucht zu einer eigenthümlichen List, um sich ihrer Beute zu bemächtigen; andere wenden im Bau ihrer Wohnungen einen ganz besondern Kunstfleiß an: wir hatten schon früher Gelegenheit, von dem so merkwürdigen Neste der Würgspinne (Fig. 400) zu sprechen; die Gewebe, welche unsere Gartenspinnen mit einer so bewunderungswürdigen Regelmäßigkeit verfertigen, sind ebenfalls interessant. Die Seide, womit sich diese Thiere einen Schlupfwinkel bilden, ihrer Beute eine Falle stellen und Cocons für ihre Eier spinnen, wird durch einen im hintern Theile des Bauches liegenden Apparat ausgeschieden. Dieser Apparat besteht in mehreren Gefäßbündeln, die um sich selbst gewunden sind und in Poren einmünden, durch deren Spitze vier bis sechs conische oder cylindrische Warzen hindurchgehen, welche man Spinngefäße nennt und welche unter dem After liegen (Fig. 390). Die zähe durch diese Poren hindurchgespritzte Substanz wird durch die Berührung mit der Luft fest und bildet außerordentlich feine und sehr lange Fäden. Mit Hülfe ihrer Füße vereinigt die Spinne eine Menge dieser feinen Fäden zu einem einzigen stärkeren; so oft die Spinngefäße den Gegenstand, auf dem das Thier ruht, berührt, heftet es das Ende eines dieser Fäden an denselben, dessen entgegengesetztes Ende noch im Innern des Secretionsapparates eingeschlossen ist, und dessen Länge es daher nach Belieben verlängern kann. Die Farbe und der Durchmesser der Fäden ändern sich bedeutend ab; so verfertigt sich z. B. eine gewisse mexikanische Spinne ein aus rothen, gelben und schwarzen Farben gebildetes Gewebe mit einer bewunderungswürdigen Kunst; und man berechnet, daß 10,000 Fäden, die aus den Poren eines der Spinngefäße unserer gemeinen Hausspinne treten, nicht einmal so dick sind, als eines unserer Haare, während gewisse andere in heißen Ländern einheimische Arten so starke Fäden spinnen, daß damit kleine Vögel zurückgehalten werden können, und die sogar der Mensch nur mit Mühe zerreißt. Nicht weniger variirt auch die Art und Weise, wie die Spinnen ihre Fäden zusammensetzen: die einen begnügen sich damit, daß sie unregelmäßige Fäden ausspannen, während andere ein Gewebe zusammensetzen, dessen Maschen im hohen Grade regelmäßig sind. Manchmal sieht man sie unbeweglich mitten in ihrem Gewebe, auf ihre Beute lauernd, oder in einem Schlupfwinkel versteckt, welchen sie sich ganz in der Nähe machen, und welcher bald wie eine Seidenröhre, bald wie ein kleiner Becher oder eine kleine Trinkschale aussieht.

§. 561. Die Arachniden theilen sich nach dem Baue ihrer Respirations- und Circulationsapparate in zwei Abtheilungen.

Die Arachniden mit Lungen sind hauptsächlich durch das Vorhandensein von Lungensäcken und einem Gefäßapparate charakterisirt; allein man erkennt sie auch noch an andern Eigenthümlichkeiten im Bau: so sind z. B. bei ihnen sechs, acht und sogar noch mehr Augen vorhanden, und unter am Bauche sieht man zwei, vier oder auch acht Stigmen. Uebrigens ändert sich auch die allgemeine Form dieser Thiere ab; denn bald haben sie einen kugeligen Bauch, Spinngefäße am Ende desselben und kleine Taster an den Kinnbacken; bald ist ihr Bauch länglich und aus mehreren Ringen zusammengesetzt, ihre Taster sind sehr lang und laufen in eine Scheere aus; endlich sind keine Spinngefäße hinten am Bauche, dagegen findet sich daselbst in der Regel ein Giftapparat. Die eigentliche Spinne (Fig. 116), die Würgspinne (Theraphosa), (Fig. 391), die Kreuzspinne (Epeira), die Taranteln (Lycosa Tarantula), die Gattung Theridium (Fig. 398) zeigen die erste dieser beiden Bildungsweisen; die Scorpionen (Fig. 395) dagegen die zweite.

Fig. 398. Die Malmignatte (Theridium tredecimguttatum).

§. 562. Die Arachniden mit Tracheen haben keine Lungensäcke, sondern athmen, wie die Insekten, durch Tracheen, und scheinen eines Gefäßapparates für die Circulation des Blutes zu ermangeln. Die einen sind der Augen beraubt, und bei solchen, die im Besitze derselben sind, zählt man immer nur zwei bis vier. Man kennt einige dieser Thiere unter dem Namen geörnter Weberknecht (Phalangium cornutum), die eine große Aehnlichkeit mit den Spinnen haben und durch die Länge ihrer Beine merkwürdig sind; gewisse andere haben einen in einen Saugrüssel umgefalteten Mund und bilden die Familie der Milben; sie sind sehr klein und mehrere derselben leben als Parasiten auf andern Thieren. Die brasilianische Zecke hängt sich auf diese Weise an die Hunde, Schafe u. s. w., und vertieft ihren Saugrüssel dergestalt in das Fleisch dieser Thiere, daß man sie nur alsdann loszureißen kann, wenn man auch zugleich denjenigen Theil der Haut wegnimmt, an den sie sich angeheftet hat; man versichert, daß die Vermehrung dieser Parasiten manchmal so beträchtlich ist, daß dadurch die Schafe und Pferde, an welche sie sich festgehängt haben, vor Erschöpfung zu Grunde gehen. Eine andere Milbenspecies, Carabatos genannt, findet sich zur Herbstzeit sehr häufig auf unsern Feldern und schiebt sich unter die Haut unserer Füße, wo sie ein unerträgliches Jucken verursacht. Endlich führen wir noch ein anderes kleines Thier aus dieser Familie an, welches durch seine Vermehrung in den Gängen, die es sich unter der Haut macht, eine unserer ekelhaftesten Krankheiten, die Krätze, herbeiführt. Die Krätzmilbe (Sarcoptes scabici) (Fig. 399), so heißt nämlich dieses kleine Thierchen, ist mit bloßem Auge kaum sichtbar; wenn man sie aber unter dem Mikroskop untersucht, so bemerkt man, daß sie einen länglichen Leib hat, ihr Mund wie eine kegelförmige, mit mehreren Borsten bewaffnete Papille gestaltet ist, und daß ihre acht Füße bedeutend unter einander differiren, da die vier hinteren bloß in Borsten auslaufen, während die vier vorderen an ihrem Ende mit kleinen Saugnäpfchen versehen sind, mittelst derselben sie sich an den glätteston Gegenständen festhalten können.

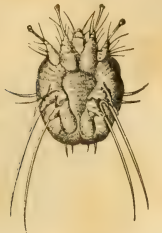


Fig. 399. Die Krätzmilbe (Sarcoptes scabiei).

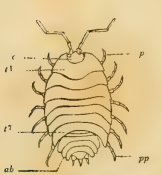


Fig. 401. Die gemeine Mauerassel (Oniscus murarius).

Fig. 400. Die Languste des Mittelmeers (Palinurus quadricornis).

Die Klasse der Crustaceen oder Krebsthiere (Crustacea).

§. 563. Die Crustaceen sind Gliederthiere im eigentlichen Sinne, die durch Kiemen oder bloß durch die Haut athmen, einen Circulationsapparat und zwei getrennte Geschlechter haben. Die Krabben, Krebse und die Languſten (Fig. 400) bilden den Typus dieser Gruppe, in welche man auch eine große Anzahl Thiere bringt, die einen weit weniger complicirten Bau eine ganz andere äußere Form zeigen; denn je mehr man in der natürlichen Reihe dieser Wesen herabſteigt, deſto mehr bemerkt man, wie ſich der allgemeine Organiſationsplan allmählig modifizirt und ſich immer mehr vereinfacht. Die letzteren Crustaceen ſind ſo unvollkommen, daß ſie nur als Parasiten auf andern Thieren leben können und daß ihnen die meiſten Naturforſcher unter den Eingeweidewürmern einen Platz angewieſen haben.

§. 564. Das Hautſkelet der Crustaceen iſt gewöhnlich ſehr feſt. Es iſt beinahe immer ſteinhart und enthält auch immer ſehr viel kohlenſauren Kalk. Man kann dieſe feſte Hülle als eine Art Epidermis betrachten, denn man findet unter ihr eine Haut (t, Fig. 409), welche der Lederhaut der höheren Thiere gleicht; die erſtere löst ſich zu gewiſſen Zeiten ab, wie die Epidermis der Reptilien, und wie wir auch die Deckhaut der Inſektenlarven ſich mehre Male erneuern ſahen. Man ſieht die Nothwendigkeit dieſer Häutungen bei ſolchen Thieren leicht ein, deren ganzer Leib in eine feſte Hülle eingeſchloſſen iſt, die nicht, wie die inneren Theile wachſen kann und daher der Entwicklung ein unüberwindliches Hinderniß entgegenſetzen würde, wenn ſie nicht in dem Momente fiele, wo ſie zu klein für dieſelben geworden iſt, daher häuten ſich auch wirklich die Crustaceen ſo lange als ihr Wachsthum dauert, was, wie es ſcheint, bei den meiſten ihr ganzes Leben hindurch ſtattfindet. Die Art und Weiſe wie ſie ſich ihrer alten Hülle entledigen, iſt ſehr eigenthümlich; gewöhnlich gelingt es ihnen, dieſelbe ohne die geringſte Verunſtaltung abzulegen, und wenn ſie dieſelbe verlaſſen, ſo iſt ihr ganzer Leib bereits von einer neuen bedeckt, die aber noch weich iſt und die gehörige Conſiſtenz erſt nach einigen Tagen erhält.

Der Leib der Crustaceen iſt aus einer Reihe mehr oder weniger deutlicher Ringe zuſammengeſetzt. Bald ſind die meiſten dieſer Segmente einfach unter ſich artikulirt und ziemlich beweglich; bald ſind ſie faſt alle mit einander verwachſen und laſſen ſich nur an den Furchen erkennen, die auf ihrem Vereinigungspunkte liegen; es gibt endlich auch noch Fälle, wo dieſe Vereinigung noch inniger iſt, und nur durch Analogie kann man das aus ihrer Verſchmelzung hervorgehende Stück ſo anſehen, als ſei es eher aus mehreren Ringen als aus einem einzigen zuſammengeſetzt. Daraus gehen, wie es leicht begreiflich iſt, ſehr große Verſchiedenheiten in der allgemeinen Form dieſer Thiere hervor; denn wenn man z. B. eine Maueraſſel (Fig. 401), einen Talitrus (Fig. 144) und eine Krabbe (Fig. 402), mit einander vergleicht, ſo könnte man beim erſten Anblick glauben, daß ſie nach ganz verſchiedenen Typen gebildet ſeien; ſobald man aber ihren Bau genauer unterſucht, ſo ſieht man, daß die Zuſammenſetzung ihres Hautſkelets weſentlich dieſelbe iſt, und daß die Unterſchiede faſt ganz davon herrühren, daß die meiſten der vollſtändig getrennten und beweglichen Ringe der Maueraſſeln bei den Krabben mit einander verwachſen ſind, und daß gewiſſe analoge Theile bei dieſen beiden Thieren nicht die gleichen Verhältniſſe zeigen. So wird man z. B. bei dem Maueraſſel (Fig. 401) oder bei dem Tali-

trus (Fig. 114) einen deutlichen Kopf (c) finden, auf welchen ein aus 7 unter sich ähnlichen Ringen (t^1, t^7) zusammengesetztes Brustſtück (thorax) folgt, wovon jeder Ring ein Fußpaar trägt (p, pp); endlich wird man am untern Theile des Leibes einen Hinterleib oder Bauch (abdomen) (ab) sehen, der gleichfalls aus sieben Segmenten gebildet iſt, deren Größe ſchnell abnimmt, aber deren Form beinahe wie beim Bruſtſtück iſt. Dagegen iſt bei einer Krabbe (Fig. 402) der Kopf nicht mehr vom Thorax getrennt, ſondern bildet mit dieſem ganzen mittleren Theil des Leibes nur ein einziges Stück, das mit einem großen, feſten Schild, dem ſogenannten Rückenſchild, bedeckt iſt; der Hinterleib entgeht dem Auge bei einer oberflächlichen Betrachtung, denn er iſt unter das Bruſtſtück zurückgeſchlagen und klein; man kann jedoch leicht zeigen, daß ſowohl bei der Krabbe als bei der Mauerraſſel hinter dem Kopfe ſieben leicht erkennbare Bruſtringe vorhanden ſind, und daß der Bruſtſchild kein neugeſchaffenes Organ, ſondern bloß der Rückentheil eines Kopfringes iſt, der ſich außerordentlich entwickelt hat und über alle benachbarten Ringe hinweggläuft. Bei gewiſſen andern Cruſtaceen entfernt ſich die allgemeine Form des Leibes noch mehr von den bis jetzt erwähnten Formen. So iſt z. B. die Limnadia zwiſchen zwei eirunden Schildern eingeſchloſſen, die wie die Schalen einer Auſter mit einander vereinigt ſind, und erſt, wenn man dieſen beweglichen Panzer weggenommen hat, erkennt man den ringförmigen Bau dieſes Thiers (Fig. 415); einen ähnlichen Bau bieten die Cypris dar, die ſich ſo häufig im ſtagnirenden Waſſer finden, nur ſind ihre Leibesringe noch ſchwerer zu erkennen. Endlich wollen wir hier noch die Lernäen anführen, welche im ausgebildeten Zuſtand die bizarrſten Formen zeigen (Fig. 130, 131), in ihrer erſten Lebensperiode aber einen ſehr regelmäßigen, ringförmigen Bau haben (ſiehe §. 366). Dieſes vergleichende Studium des Hautſkelets der Cruſtaceen bietet ein großes Intereſſe für die philoſophiſche Anatomie dar, wovon ein ſehr wichtiger Zweig ſich auf die Modifikationen bezieht, welche die Natur dieſelben organiſchen Elemente erleiden läßt, um ſie zu verſchiedenartigen Anwendungen geeignet zu machen und um aus ähnlichen Materialien unähnliche Werkzeuge zu ſchaffen; uns aber länger hierbei aufzuhalten, geſtatten uns die engen Grenzen nicht, die wir uns bei dieſen Vorleſungen vorgezeichnet haben.

§. 365. Die ſeitlichen Anhänge der verſchiedenen Leibesringe ſind im Allgemeinen ſehr zahlreich, und bieten auch große Unterſchiede in ihrer Geſtaltung und Anwendung dar; dieſe Unterſchiede ſtellen ſich ſowohl bei der Betrachtung der verſchiedenen Theile eines und deſſelben Individuums, als bei der Vergleichung der verſchiedenen Arten heraus. Die Anhänge der erſten Ringe ſind gewöhnlich an die Funktionen des animaliſchen Lebens gebunden und tragen die Augen oder bilden die Fühler; die folgenden umgeben den Mund und dienen zum Ergreifen oder Zerkleinern der Nahrungsmittel (Fig. 120, 121); die Anhängſel des mittleren Körpertheiles bilden die Füße für die Ortsbewegung, und diejenigen, welche weiter hinten ſtehen, finden eine verſchiedenartige Anwendung, dienen aber hauptſächlich zur Reſpiration und Fortpflanzung; dieſe lange Reihe ſchließt ſich endlich gewöhnlich mit einem oder mehreren Gliedmaßenpaaren, die als Schwimmorgane dienen.

Der Kopf, oder vielmehr das Kopfſtück des Leibes, trägt die Augen, die Fühler und die Freßwerkzeuge; er iſt manchmal in mehrere deutliche Ringe (z. B. bei der Seeheuſchrecke, Squilla) (Fig 411) getheilt; im Allgemeinen zeigt er aber keine ſolche Abſonderung, ſondern iſt bloß aus einem einzigen Stücke gebildet, welche ſieben mit einander verſchmolzene Ringe darzuſtellen ſcheint. Bald iſt er beweglich und nicht mit dem Thorax verwachſen, bald iſt er mit dieſem Körpertheile in Eins verſchmolzen, welcher wiederum aus Ringen zuſammengeſetzt iſt, die bei gewiſſen Arten unter ſich artikuliren, und bei andern zu einer einzigen Maſſe durch Näthe mit einander verbunden ſind.

Es ſind faſt immer zwei Paar Fühler vorhanden, die im Allgemeinen ſehr lange fadenförmige Hörner bilden. Die Füße, deren es oft ſieben Paare ſind, z. B. bei den Mauerraſſeln (Fig. 401), dem Flußflohkrebs (Gammarus ſossarum *Koch.*) und dem Talitrus treten paarweiſe aus den verſchiedenen Bruſtringen; dagegen iſt ihre Anzahl bei gewiſſen andern, z. B. den Krabben (Fig. 402) und Krebſen (Fig. 120) auf fünf Paare beſchränkt; nur finden die Anhängſel, welche im erſten Falle die vier Vorderfüße bildeten, eine andere Anwendung, inſofern ſie in Freßwerkzeuge umgewandelt ſind. Auch beſtehen ſehr große Unterſchiede in ihrem Baue; denn ſie ſind bei einigen Cruſtaceen blätterig, häutig und bloß zum Schwimmen tauglich (Fig. 415); bei andern haben ſie die Form von kleinen geknieten, artikulirten und bloß zum Gehen eingerichteten

Fig. 402. Die Seeſpinne (Maja).

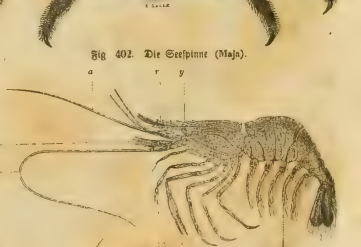


Fig. 403. Palaemon (ein langſchwanziger Krebs). * *a* die Fühler des erſten Paares; — *ar* die Fühler des zweiten Paares oder die unteren Fühler; — *l* der blätterige Anhang, welcher die Baſis derſelben bedeckt; — *r* der Schnabel oder die Verlängerung des Schildes an der Stirnſeite; — *y* die Augen; — *pm* der äußere Kinnladenfuß; — *p'* der Bruſtfuß des erſten Paares; — *p''* der Bruſtfuß des zweiten Paares; — *fp* die falſchen Schwimmfüße des Hinterleibes; — *n* die Schwanzfloſſe.

Fig. 404. Hippa.

Säulen; und wiederum bei andern müssen sie ebenfalls für die eben genannte Art von Ortsbewegung geeignet sein und zugleich als kleine Spaten zum Durchwühlen der Erde dienen, in welchem Falle sie unten breit und blätterig sind (Fig. 404); und bei noch andern endigen sie zangenförmig und sind alsdann Greiforgane nebst dem, daß sie noch ihre Funktionen als Ortsbewegungsorgane ausüben (Fig. 120, 121). Bei den schwimmenden Crustaceen, z. B. den Krebsen, den Langusten (Fig. 400), den Palämonen (Fig. 403) u. s. w. ist der Hinterleib gewöhnlich sehr entwickelt und läuft in eine breite Schwanzflosse aus, so daß er dadurch das Hauptbewegungsorgan wird; dagegen ist er bei solchen, die mehr gehen als schwimmen, gewöhnlich sehr klein und gegen die Brust zurückgeschlagen: dieser Theil des Leibes ist z. B. bei den Krabben beinahe auf ein Nichts reduzirt und bildet gleichsam eine bewegliche Schürze an der untern Seite des Leibes zwischen den Füßen.

§. 566. Das Nervensystem besteht aus einer doppelten Ganglienkette, die auf der Bauchseite des Leibes in der Mittellinie liegt. Gewöhnlich entspricht die Zahl der Ganglien der Anzahl der deutlich ausgesprochenen Segmenten; das erste Ganglienpaar liegt immer im Kopfe vor der Speiseröhre, wo sie gewissermaßen das Gehirn bilden (Fig. 405, c); dagegen ändert sich die Anordnung der Brust- und Bauchganglien bedeutend ab; denn bald stehen sie in gleichen Zwischenräumen von einander ab und bilden mit ihren Kommunikationssträngen eine Kette, die sich von dem einen Ende des Leibes zum andern erstreckt; bald sind sie einander mehr oder weniger genähert und manchmal alle zu einer einzigen Masse vereinigt, die in der Mitte des Bruststückes liegt (Fig. 405, t). Es ist bemerkenswerth, das diese Centralisation des Nervensystems in dem Maße immer und immer vollständiger wird, je höher das Thier in Beziehung auf seine Organisation steht. Uebrigens besitzen sämmtliche

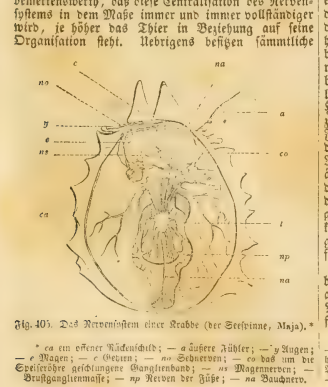


Fig. 405. Das Nervensystem einer Krabbe (der Seespinne, Maja).*

* co ein offener Rückenschild; — a äußere Fühler; — y Augen; — e Magen; — c Gehirn; — ns Gehnerven; — co das um die Speiseröhre geschlungene Ganglienband; — en Magennerven; — t Brustganglienmasse; — np Nerven der Füße; — na Bauchnerv.

Crustaceen nur sehr begrenzte Fähigkeiten, und keines unter ihnen bietet für uns hinsichtlich seiner Lebensweise und Sitten ein großes Interesse dar. Die Augen sind beinahe eben so gebaut, wie bei den Insekten. Manchmal sind sie einfach, in der Regel aber zusammengesetzt; bei den vollkommensten Crustaceen stehen diese Organe auf beweglichen Stielen (Fig. 406), eine Einrichtung, die man bei keiner andern Abthei-

Fig. 406. Podophthalmus.

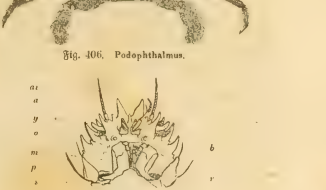


Fig. 407. *

lung der gegliederten Thiere mehr sieht. Bei sehr vielen Crustaceen besteht auch ein Hörapparat, welcher an der Basis der äußern Fühler liegt, und aus einem kleinen, dem Trommelfell ähnlichen Häutchen (Fig. 407) zusammengesetzt ist, über welchem sich eine mit Flüssigkeit angefüllten und das Ende eines besondern Nerven einschließenden Vorkammer befindet. Hinsichtlich des Geruchs und Geschmacks dieser Thiere ist nichts Positives bekannt.

§. 567. Die meisten Crustaceen leben von animalischen Substanzen, bieten aber in ihrer Ernährungsweise große Verschiedenheiten dar: die einen ernähren sich nämlich bloß von flüssigen Substanzen, dagegen nehmen andere feste Nahrungsmittel zu sich; daher bemerkt man auch entsprechende Verschiedenheiten in der Gestaltung ihres Mundes. Bei den beißenden Crustaceen findet sich vornen an dieser Oeffnung eine kurze Querlippe, auf die ein Paar Kinnbacken, eine Unterlippe, ein oder zwei Paar eigentliche Kinnladen und gewöhnlich ein bis drei Paar Hülfskinnladen oder Kinnladenfüße, die hauptsächlich zum Fassen der Nahrungsmittel dienen, folgen (siehe Fig. 121). Dagegen verlängert sich bei den saugenden Crustaceen der Mund zu einem Schnabel oder Rüssel, wie wir es schon bei den Insekten mit einer ähnlichen Lebensweise gesehen haben. Im Innern dieser Röhre finden sich dünne und spitze Anhängsel, die als kleine Lanzetten funktioniren; auch sieht man gewöhnlich zu jeder Seite Organe, die den Hülfskinnladen der beißenden Crustaceen analog, aber so gebildet sind, daß das Thier sich damit an seine Beute festhängen kann.

§. 568. Der Speisekanal dehnt sich vom Kopfe bis zum hintern Theile des Bauches aus und besteht aus einer sehr kurzen Speiseröhre, einem großen Magen (e, Fig. 409), der gewöhnlich innen mit starken Zähnen bewaffnet ist, aus einem Dünndarm

* Der vordere Theil der untern Seite einer Krabbe (die Maja): — ai innere Fühler; — a äußere Fühler; — y Augen; — o Gehörorgan; — m Kinnladenfüße; — b Kinn; — p die Basis der Bodenfüße; — r eine Oeffnung, die zur Respirationshöhle gehört; — s Brustbein.

und einem Mastdarm. Bei einigen Crustaceen wird die Galle in Gallengefäßen abgesondert, die denen der Insekten ziemlich ähnlich sind; im Allgemeinen findet sich eine sehr große Leber, die in mehrere Lappen getheilt und aus einer Menge kleiner Röhren zusammengesetzt ist, welche blindsackförmig auslaufen und um einen verzweigten Excretionskanal gruppirt sind, deren Ende auf jeder Seite nahe an dem Pförtner in den Darmkanal einmünden.

§. 569. Man weiß Nichts über die Art und Weise, wie der Chylus von dem Darmkanal in den Circulationsapparat übergeht. Das Blut ist entweder farblos, oder lichtblau, oder auch lilas gefärbt, und gerinnt leicht. Diese Flüssigkeit wird durch ein auf der Mittellinie des Rückens liegendes und aus einer einzigen Höhle bestehendes Herz in Bewegung gesetzt (c, Fig. 409). Es ist verschiedenartig geformt. Seine Contractionen stoßen das Blut in die Arterien, welche es in alle Theile des Körpers führen. Die Venen sind sehr unvollständig und hauptsächlich aus den Lücken gebildet, welche die verschiedenen Organe zwischen sich lassen und welche eine dünne Zellgewebsschicht

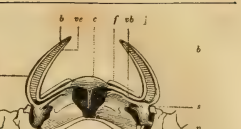


Fig. 408. Der Circulationsapparat einer Krabbe. *

auskleidet; sie münden in weite Sinuse ein, die an der Basis der Füße liegen (c, Fig. 408); aus diesen Höhlen begibt sich das Blut in die Respirationsorgane, strömt hierauf zum Herzen in sehr deutlichen Kanälen, den sogenannten Kiemenherzkanälen, zurück (vb).

§. 570. Beinahe alle Crustaceen sind wesentliche Wasserthiere; auch athmen sie fast immer mittelst Kiemen, und wenn diese Organe fehlen, so vertritt die Haut gewisser Leibestheile (am häufigsten die Füße) die Stelle derselben. Uebrigens ändert sich der Bau des Respirationsapparates bedeutend ab. So sind z. B. bei den Krabben, den Krebsen und allen andern auf eine ähnliche Weise organisirten Crustaceen die Kiemen aus sehr vielen Pyramiden zusammengesetzt, wovon jede aus einer Menge kleiner Cylinder, die wie die Borsten einer Bürste neben einander stehen, oder aus kleinen Lamellen, die wie die Blätter eines Buches auf einander geschichtet sind, bestehen. Diese Organe sind am Ende an den untern Rand der Seitenwölbungen geheftet (Fig. 408 u. 410) und in zwei großen Höhlen eingeschlossen, die an den Seiten des Bruststückes zwischen dem Rückenschild und dem vorhin erwähnten Gewölbe liegen. Diese Einrichtung findet man bei keinem andern Thiere aus dieser Klasse mehr. Die Respirationshöhle steht mit der Außenwelt durch zwei Oeffnungen in Verbindung, wovon die eine zum Eintritt des Wassers dient und fast immer zwischen der Basis der Füße und dem Rande des Schildes liegt (r, Fig. 407), und dagegen die andere zum Austritt dieser Flüssigkeit bestimmt ist und am Munde liegt. Das Wasser wird an der Oberfläche der Kiemen durch die Bewegungen einer

Fig. 409. Die Anatomie einer Krabbe (des gemeinen Taschenkrebses, Cancer Pagurus). *

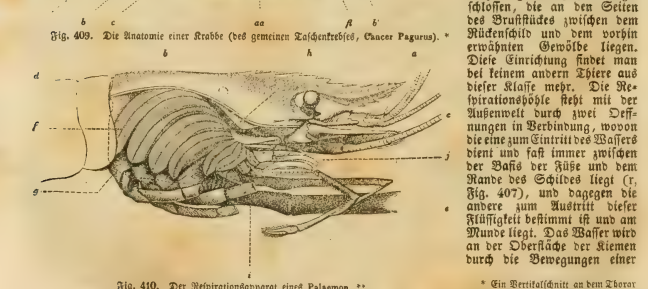


Fig. 410. Der Respirationsapparat eines Palaemon **

* Der vordere Theil des Schildes ist weggenommen worden: — *t* ein Theil der den Schild ausfüllenden Haut; — *c* das Herz; — *ao* Augenarterie; — *aa* Baucharterie; — *b* die Kiemen in ihrer natürlichen Stellung; — *b'* Kiemen, die auswärts gekehrt sind, um die zugehörigen Gefäße zu zeigen; — *st* ein Seitengewölbe; — *f* das fächerförmige Anhängsel der Kinnladenfüße; — *e* der Magen; — *m* Magenmuskeln — *fo* die Leber.

** *a* der Schnabel; — *h* der Schild; — *e* Basis der Fühler; — *d* Basis des Hinterleibes; — *e* Basis der Füße; — *f* Kiemen; — *g* eine punktirte Linie, die den untern Rand desjenigen Theiles des Schildes, der die Kiemen bedeckt und bei dieser Präparation entfernt worden ist, andeutet; — *h* ein zur Respiration gehörender Kanal; — eine Klappe; — *j* das Ende des zugehörigen Kanales.

* Ein Vertikalschnitt an dem Thorax eines Krebsthieres, um daran den Blutlauf zu zeigen: — *c* das Herz; — *s* sinus venosus; — *b* Kiemen; — *va* ein Gefäß, welches das venöse Blut zu den Kiemen führt; — *ve* ein Gefäß, welches das Blut nach seinem Durchgang durch das Capillargefäßnetz der Kiemen aufnimmt; — *vb* Kiemenherzgefäße; — *f* eine Seitenwölbung; — *st* das Brustbein; — *cc* eine Seitenzelle; — *p* die Basis eines Fußes.

großen Klappe erneuert, die an dieser letzteren Oeffnung liegt und aus einem blätterigen Anhängsel der Kinnladen des zweiten Paares gebildet ist (c. Fig. 421 und 410). Bei andern Crustaceen, z. B. bei den Seeheuschrecken (Fig. 411) sind die Kiemen federbuschförmig

Fig. 411. Die Seeheuschrecke (Squilla). *

und nicht mehr in der Brusthöhle eingeschlossen, sondern an dem einen Ende frei und mit dem andern an die Bauchgliedmaßen geheftet; bei noch andern, z. B. den Wasserläusen und dem Talitrus, vertreten kleine häutige Blasen, die an der Basis der Füße, unter dem Thorax stehen, die Stelle der Kiemen; bei den Isopoden endlich geht die Respiration mit Hülfe der falschen Bauchfüße, die bei diesen Thieren häutig und blätterig sind, vor sich.

§. 571. Unter den Arachniden gibt es einige wenige, die in der trockenen Luft leben; doch machen diese Thiere eine Ausnahme von dem, was wir in Beziehung auf die Unterschiede im Bau der Respirationsorgane bei den Land- und Wasserthieren sagten; denn anstatt daß sie mit Lungen oder Tracheen versehen sind, athmen sie durch Kiemen, wie die Wasserthiere; nur sind diese Organe so beschaffen, daß sie sich immer in einem zur Ausübung ihrer Funktionen nothwendigen feuchten Zustande erhalten können. Die Turluru's oder Erdkrabben (Fig. 412), welchen man

Fig. 412. Die Erdkrabbe (Gecarcinus ruricola).

in verschiedenen Gegenden der Erde, besonders häufig aber auf den Antillen, begegnet, bieten uns ein merkwürdiges Beispiel von dieser Anomalie dar. Anstatt wie die gewöhnlichen Crustaceen im Wasser zu leben, halten sie sich auf dem trockenen Lande auf, und obgleich sie mit Kiemen versehen sind, so fallen doch einige unter ihnen alsbald in Asphyxie, wenn man sie unter Wasser setzt; denn es ist ihre Respiration allzu lebhaft, als daß die kleine Menge des im Wasser aufgelösten Sauerstoffs für ihre Bedürfnisse ausreichen könnte, während sie dieses Gas in der atmosphärischen Luft im Ueberfluß finden; durch eine mit derjenigen analogen Einrichtung, welche wir bereits bei einigen Fischen gefunden haben (Fig. 300), ist es ihnen möglich, außerhalb des Wassers zu verweilen, ohne daß ihre Kiemen bis zu einem solchen Grade vertrocknen, daß sie zur Ausübung ihrer Funktionen undrauchbar werden; denn entweder ist in der Respirationshöhle ein trogartiges Gefäß vorhanden, das als Reservoir für das zum Befeuchten der Kiemen nöthige Wasser dient; oder findet man an der Wölbung dieser Höhle eine schwammige Haut, welche denselben Zweck zu haben scheint. Die meisten Erdkrabben halten sich gewöhnlich in feuchten Gehölzen auf, und verstecken sich daselbst in Löchern, die sie in die Erde graben; übrigens variiren die von ihnen gewählten Aufenthaltsörter je nach den verschiedenen Arten; denn die einen leben auf niederem und sumpfigem Boden in der Nähe des Meeres, andere halten sich für gewöhnlich fern vom Meeresgebiete auf bevölkten Hügeln auf, die sie zu gewissen Zeiten verlassen, um an das Meer zu wandern.

So sind auch die Mauerasseln (Fig. 401) Landcrustaceen, die mit Hülfe kleiner Blättchen athmen, welche unten am Bauche stehen und welche bei andern fast auf gleiche Weise gebildeten Thieren die Funktionen der Kiemen erfüllen.

§. 572. Die Crustaceen sind alle eierlegend: das Weibchen unterscheidet sich gewöhnlich vom Männchen durch einen breitern Bauch. Wenn es seine Eier gelegt hat, so trägt es dieselben, unten an diesem Körpertheile aufgehängt oder sogar in einer Art Tasche eingeschlossen, welche durch die zu den Füßen gehörenden Anhängsel gebildet werden, eine Zeitlang mit sich herum; manchmal werden die Jungen in dieser Tasche geboren und bleiben in derselben so lange, bis ihre erste Häutung vorüber ist. In der Regel erleiden die Jungen keine eigentlichen Metamorphosen; manchmal jedoch erlangen sie mit dem reiferen Alter eine große Anzahl Füße und verändern in ihrer ersten Lebenszeit die Form derselben vollständig: ein Beispiel von solchen Umbildungen wurde uns bereits (siehe Fig. 130) durch die Lernäen gegeben.

§. 574. Die Crustaceen können in 3 Hauptgruppen abgetheilt werden, die durch die Bildung des Mundes charakterisirt sind. Diese 3 Hauptgruppen sind:

1) Die beißenden Crustaceen, deren Mund mit Kinnladen und Kinnbacken zum Beißen bewaffnet ist.

2) Die saugenden Crustaceen oder Sauger, deren Mund aus einem röhrenförmigen, mit Saugwerkzeugen bewaffneten Schnabel zusammengesetzt ist.

3) Die Molukkenkrebse (Xiphosura), deren Mund keine Anhängsel mehr darbietet, die ihm eigens angehören, sondern mit Füßen umgeben ist, deren Basis den Dienst der Kinnladen thut.

§. 575. Die Abtheilung der beißenden Crustaceen faßt die größte Anzahl der Crustaceen in sich und besteht aus allen denjenigen, deren Organisation am complicirtesten und vollkommensten ist. Sie theilt sich in mehrere Ordnungen, wovon die wichtigsten sind: die Decapoden, die Stomatapoden, die Amphipoden, die Isopoden, die Branchiopoden und die Entomostraken.

§. 576. Die Ordnung der Decapoden (Decapoda) besteht aus den Krabben, den Krebsen und allen andern Crustaceen mit innern Kiemen und mit fünf Fußpaaren. Kopf und Bruststück sind hier zu einer einzigen Masse verschmolzen, die von einem großen Schild bedeckt wird (Fig. 413). Dieser Rückenschild rückt im Allgemeinen mehr oder weniger

Fig. 413. Der gemeine Taschenkrebs (Cancer Pagurus).

* y Augen; — a Fühler; — p' erstes Fußpaar; — p'' die drei folgenden Fußpaare; — p''' die drei letzten Brustfußpaare; — pa falsche Bauchfüße; — b Kiemen; — g Schwanzflosse.

über die Stirne hinaus, steigt auf jeder Seite bis zur Basis der Füße hinab und dehnt sich hinten bis zum Anfang des Hinterleibes hin (Fig. 400, 403). Diese Bedeckung hat nun zur Folge, daß man oben an diesem ganzen Körpertheil keine Spur von einer Theilung im Ringe sehen kann. Dagegen sind unten die meisten Ringe, obgleich sie mit einander verwachsen sind, noch erkennbar und lassen an der Stelle, wo sie sich vereinigen, Linien von mehr oder weniger deutlichen Nähten sehen. Die Augen stehen immer am Ende zweier Stiele, welche aus dem ersten Segmente des Kopfes treten; manchmal sind diese Stiele sehr lang (Fig. 406), und gewöhnlich können sie sich in die Höhlen zurückschlagen, welche die Funktionen der Augenhöhlen ausüben und durch den vordern Rand des Schildes gebildet werden. Die Organe für die Ortsbewegung sind bei diesen Crustaceen gleichfalls sehr entwickelt; mehrere laufen mit einer außerordentlichen Schnelligkeit, während andere mit einer noch größern schwimmen. Es sind, wie wir bereits gesagt haben, fünf Fußpaare vorhanden, die an den fünf letzten Brustringen stehen; gewöhnlich dienen aber bloß die vier letzten Paare zur Ortsbewegung; die Füße des ersten Paares laufen in eine mehr oder weniger vollkommene Zange aus und werden Greiforgane (Fig. 413). Bei solchen Decapoden, die am besten zum Schwimmen gebaut sind (z. B. die Krebse, die Hummern, die Langusten und die Palämone) ist der Körper länglich und endigt der Bauch in einer breiten Querflosse (Fig. 400), während der Hinterleib bei denjenigen Decapoden, die zum Laufen bestimmt sind, z. B. die Krabben, sehr kurz ist, keine Schwanzflosse darbietet und sich unter den Thorax zurückbeugt.

§. 577. Die Stomatapoden oder Seeheuschrecken (Stomatopoda) besitzen gleichfalls Augen, die auf beweglichen Stielen sitzen; der Thorax ist entweder ganz oder theilweise von einem Rückenschild bedeckt; die Füße sind die cylindrisch. Die Kiemen sind in keiner Brusthöhle eingeschlossen, sondern stehen entweder frei unter dem Bauche oder sind sie gar nicht vorhanden. Zu dieser Ordnung gehört die schon erwähnte Seeheuschrecke (Squilla) (Fig. 411).

§. 578. Die Amphipoden (Amphipoda) haben weder gestielte Augen noch einen Schild; sie besitzen sieben Paar Füße, die beinahe wie bei den vorhergehenden Ordnungen gebildet sind; ihr Hinterleib ist sehr entwickelt und ihre Respiration geschieht mit Hülfe häutiger Blasen, die an der Basis der Füße hängen. Diese Charaktere zeigen uns z. B. die Wasserlaus (Gammarus) und der Talitrus (Fig. 144).

§. 579. Die Isopoden oder Asseln (Isopoda) gleichen den Amphipoden hinsichtlich der Bildung der Augen und Füße, nähmen aber mittelst blättriger und unter dem Bauche versteckter Anhängsel. In dieser Gruppe finden der Mauerasel (Oniscus), der Kellerassel (Porcellio) (Fig. 414) und der Wasserassel (Asellus) ihren Platz.

Fig. 414. Der Kellerassel (Porcellio).

Fig. 415. Limnadia. *

* Eine der Schalen ist weggenommen worden.

§. 580. Die Branchiopoden (Branchiopoda) sind kleine Crustaceen, deren Füße nicht mehr zum Gehen dienen, sondern blättrig geformt sind und eben so wohl Schwimm- als Respirationsorgane bilden. Hieher gehören die Limnadia (Fig. 415), der Wasserfloh (Daphnia), der Branchipus, der Kiefenfuß (Triophthalmus) u. s. w.

§. 581. Die Entomostraken (Entomostraca) sind gleichfalls bloß zum Schwimmen gebaut; dagegen scheinen ihre steifen und zweiruderigen Füße nicht mehr die Stelle der Kiemen vertreten zu können; auch scheint die Respiration auf der ganzen Oberfläche des Körpers vor sich zu gehen. Die Cyclops (Fig. 416) machen einen Theil dieser Gruppe aus.

Fig. 416. Cyclops.

§. 582. Die saugenden Crustaceen leben als Parasiten auf andern Thieren. Ihr Mund zeigt die Form eines Schnabels oder eines cylindrischen Rüssels, der borstenförmige Theile einschließt, die sich zum Durchbohren der Bedeckungen der Thiere eignen, deren Säfte sie einsaugen wollen. Der Bau dieser Thiere ändert sich bei den verschiedenen Arten bedeutend ab, und die meisten erleiden in ihrer Jugend bedeutende Metamorphosen: einige können immer schwimmen oder gehen; andere dagegen werden, nachdem sie sich auf ihrer Beute festgesetzt haben, so ungeheuer groß, daß sie zu keiner Bewegung mehr fähig sind; ihre Gliedmaßen treten in einen rudimentären Zustand zurück, während sich ihr Leib sehr vergrößert und zuweilen die bizarrsten Formen annimmt. Sie leben gewöhnlich auf Fischen.

Bei der natürlichen Classifikation der Crustaceen müssen die Sauger in drei besondere Ordnungen gebracht werden; doch sind diese kleinen Thierchen nicht interessant genug, als daß wir uns dabei noch länger aufhalten sollten, daher begnügen wir uns hier mit der Bemerkung, daß der größte Theil derjenigen, die unbeweglich leben und der Bewegungsorgane beraubt sind, zu der Abtheilung der Lernäen (Lernæa) (Fig. 130) gestellt werden; während die Hauptgruppe aus den mit Schwimmfüßen versehenen Saugern besteht und die Abtheilung der Fischläuse (Caligidæ) bildet.

§. 583. Die Abtheilung der Molukkenkrebse (Xiphosura) besteht nur aus einer einzigen Gattung, nämlich den Limuliden oder molukkischen Krebsen (Limuli) (Fig. 417), deren Bau die größte Anomalie darbietet. Diese Thiere sind große Crustaceen mit einem in zwei Theile getheilten Leib, wovon der erstere Theil, der mit einem großen halbmondförmigen Schild bedeckt ist, die Augen, die Fühler und sechs Paar Füße, die den Mund umgeben und sowohl zum Gehen als zum Fressen dienen, trägt (siehe Fig. 119); der zweite Theil, der von einem andern, beinahe dreieckigen Schilde bedeckt ist, trägt unten fünf Paar Schwimm-

Fig. 417. Der molukkische Krebs (Limulus).

füße, wovon das hintere Paar mit Kiemen besetzt ist. Dieser Theil endigt in einem langen fleischförmigen Schwanz. Diese sonderbaren Thiere bewohnen den indischen Ocean und die Küsten von Amerika, und sind unter dem gemeinen Namen von molukkischen Krabben bekannt.

Die Klasse der Rankenfüßer oder Cirripeden (Cirropoda).

§. 584. Die Rankenfüßer oder Cirripeden sind Thiere, die sowohl mit den Mollusken als mit den Crustaceen viel Uebereinstimmendes haben, den letzteren aber näher stehen, als den ersteren und zu der großen Abtheilung der gegliederten Thiere gehören. In der Jugend schwimmen diese kleinen Geschöpfe, die sämmtlich im Meere leben, frei im Wasser herum, und gleichen im hohen Grade gewissen niedern Crustaceen, z. B. den jungen Cyclops (Fig. 133); sie setzen sich aber bald nachher für immer auf irgend einen unterseeischen Körper fest und verändern sich in ihrer Form vollständig. Sie heften sich mit ihrem Rücken an diese Gegenstände an und ihr mehr oder weniger birnförmiger und um sich selbst gekrümmter Leib ist entweder ganz oder größtentheils in eine aus mehreren Stücken zusammengesetzten Schale eingeschlossen (Fig. 418). Sie haben keine Augen und ihr Mund ist mit Kinnbacken und Kinnladen besetzt, welche die größte Aehnlichkeit mit denen gewisser Crustaceen haben; ihre Bauchseite ist von zwei Reihen fleischiger Lappen eingenommen, wovon ein jeder lange, hornige Anhängsel trägt, die mit Wimpern besetzt und aus sehr zahlreichen Gliedern zusammengesetzt sind (Fig. 149). Diese Arme oder Cirren, deren es zwölf Paare sind, sind um sich selbst gewunden; das Thier läßt sie beständig durch die Oeffnung seiner Hülle ein- und austreten. Am Ende dieser beiden Reihen von Cirren oder Ranken befindet sich eine Art Schwanz, welcher die Form eines langen fleischigen Fühlers zeigt, an dessen Basis sich der After findet. Ihr Nervensystem besteht aus einer doppelten und ganz auf dieselbe Weise, wie bei den andern gegliederten Thieren, zusammengesetzten Ganglienkette. Sie haben ein im Rückentheil des Leibes liegendes Herz und athmen durch Kiemen von verschiedenen Formen.

Man theilt die Cirripeden in zwei Familien: in die Entenmuscheln (Lepadina) und die Seeeicheln (Balanidæ).

§. 585. Die Entenmuscheln (Lepadina) (Fig. 418) sind in einen zusammengedrückten Mantel eingebüllt, der von der einen Seite offen und an einem langen fleischigen Stiele aufgehängt ist; bald ist dieser Mantel beinahe ganz knorpelig, bald ist er von fünf harten Schalen bedeckt, wovon die beiden Hauptschalen eine ziemlich große Aehnlichkeit mit den Schalen der ebbaren Muschel (Mytilus edulis L.) haben. Die gemeine Entenmuschel (Pentalasmis laevis) bewohnt unsere Meere und findet sich häufig an Felsen, unten an den Schiffen und an herumschwimmenden Holzstücken angeheftet. Sie ist der Gegenstand der abgeschmacktesten Fabeln geworden; weil nämlich ihre Mantelhülle einige Aehnlichkeit mit einem Vogel hat, so sagte man, daß sie einer gewissen Gansart, die man die weiße Nonne (Mergus albellus L.) nennt, die Entstehung gebe.

Fig. 418. Die Entenmuschel (Pentalasmis).

§. 586. Die Meereicheln (Balanidæ), die man auch Seetulpen zu nennen pflegt, werden häufig an unsern Felsen angetroffen und sind von einer Art Muschelschale völlig eingeschlossen, die gewöhnlich kegelförmig und sehr kurz ist. Dieses Gehäus ist an der Basis angeheftet und aus mehreren unter sich artikulirenden Stücken zusammengesetzt: an der Oeffnung dieser Röhre stehen zwei bis vier bewegliche Klappen, zwischen welchen sich eine Spalte befindet, welche zum Durchgang der Cirren bestimmt ist (Fig. 419).

Fig. 419. Die Seetulpe (Balanus).

Die zweite Reihe

der gegliederten Thiere.

Die Würmer.

§. 587. Bei diesen Thieren ist die Theilung des Leibes in Ringe weniger ausgesprochen, als bei der vorhergehenden Reihe; auch besitzen sie keine gegliederten Extremitäten für die Ortsbewegung; das Nervensystem verliert an Bedeutung und die allgemeine Organisation vereinfacht sich in dem Maße immer mehr, als man sich von denjenigen entfernt, die den eigentlichen Gliederthieren am meisten gleichen, und man zu denjenigen hinabsteigt, die sich mehr den Zoophyten nähern. Sie haben im Allgemeinen einen sehr lang gestreckten Leib und bilden, wie wir bereits gesagt haben, die drei folgenden Klassen, nämlich: die Anneliden oder Ringelwürmer (Annulata), die Räderthiere (Rotatoria) und die Eingeweidewürmer oder Helminthen (Helmintha).

Die Klasse der Anneliden oder Ringelwürmer (Annulata).

§. 588. Die Klasse der Anneliden besteht aus Würmern, die mit einem mehrfachen Nervengangliensystem und einem Gefäßsystem für die Circulation versehen sind.

Der Leib der Anneliden ist immer sehr lang gestreckt, weich und in sehr viele kreisrunde Ringe getheilt; bald haben sie einen deutlichen Kopf, bald fehlt er ihnen, und gewöhnlich sieht man zu jeder Seite ihres Leibes eine Reihe von Borstenbüscheln, die auf fleischigen Wärzchen stehen und die Stelle der Füße vertreten (Fig. 420). Oft ist es der Fall, daß auf jeder Seite der verschiedenen Leibesringe von diesen Organen zwei über einander stehen (Fig. 316); manchmal sind diese beiden Borsten tragenden Warzen mit einander vereinigt, und fast immer ist an der Basis derselben ein langer, weicher und cylindrischer Anhang vorhanden, den man Cirre nennt (c, Fig. 421); zuweilen ist die Stelle der Füße nur durch einige steife Borsten ange-

Fig. 420. Die Nereide (Nereis)

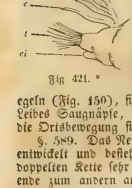


Fig. 421. *

deutet, und oft zeigt sich auf dem ganzen Leibe keine Spur von Gliedmaßen. Diese Borsten dienen den Anneliden zum Fortkriechen und zugleich auch als Vertheidigungswaffen, denn sie sind gewöhnlich sehr spitzig und so gebaut, daß sie sich in weiche Körper stark eindrücken können. Bei den der Borsten beraubten Anneliden, z. B. bei den Blutegeln (Fig. 450), finden sich an beiden Enden des Leibes Saugnäpfe, welche auch zugleich Organe für die Ortsbewegung sind.

§. 589. Das Nervensystem dieser Thiere ist wenig entwickelt und besteht bloß in einer einfachen oder doppelten Kette sehr kleiner, von dem einen Leibesende zum andern ausgestreckten Ganglien. An den meisten bemerkt man eine gewisse Anzahl kleiner Flecken, welche Augen zu sein scheinen, und gewöhnlich ist ihr Kopf mit mehreren Fäden versehen, die den Gliedfäden oder Cirren der Füße ähnlich sind und Fühler-Gliedfäden (cirrhi tentaculares) (Fig. 423) heißen, welche Tastorgane zu sein scheinen. Der Mund nimmt die untere Seite des Kopfes oder, wenn kein deutlicher Kopf vorhanden ist, das vordere Leibesende ein; er ist häufig mit einem vorstreckbaren Rüssel (Fig. 422) und mit Kinnladen bewaffnet, welche die Form hornartiger Haken haben. Der Darmkanal ist gerade, bald einfach, bald zu jeder Seite mit mehr oder weniger zahlreichen Blindsäcken besetzt. Der After nimmt das hintere Ende des Körpers ein.

Das Blut ist fast immer roth; doch zweifeln auch grün oder kaum gefärbt. Diese Flüssigkeit circulirt

Fig. 422. Der Kopf und Rüssel von einem Ringelwurm (Glycere). *

Fig. 423. Der Kopf u. s. w. einer Nereide.

in einem sehr complicirten Gefäßsystem. Die einen dieser Gefäße sind contractil und vertreten die Stelle des Herzens, während andere die Funktionen der Arterien und Venen vollziehen. Uebrigens ändert sich die Einrichtung des Circulationsapparates von einem Ringelwurm zum andern ab.

Fig. 424. Eine Wurmröhrengruppe.

Diese Thiere athmen manchmal in der atmosphärischen Luft, im Allgemeinen jedoch im Wasser und in diesem letzteren Falle gewöhnlich mit Hülfe äußerlicher Kiemen, deren Form und Einrichtung bedeutende Verschiedenheiten zeigen; denn bald gleichen diese Organe Blättern oder kleinen Bäumchen, und sind oberhalb der Füße auf jeder Seite des Rückens angeheftet (z. B. bei dem Sandwurm, Arenicola, Fig. 46); bald

* Der Fuß eines Ringelwurmes aus der Gattung der Nereiden C: — *t* eine mit Borsten versehene Warze; — *ci* untere Cirre oder Bauchcirre; — *b* Kieme.

* Der vordere Theil des Leibes; — *t* der Kopf; — *tr* der Rüssel; — *b* die Mundöffnung; — *m* die Kinnladen.

sehen sie wie ein Federbusch aus und sind zu einer Krone um das vordere Leibesende vereinigt, eine Anordnung, von der uns die Wurmröhre, Serpula (Fig. 424), ein Beispiel darbietet.

§. 590. Die meisten Anneliden bewohnen das Meer, und mehrere derselben bauen eine lange Röhre, die ihnen zur Wohnung dient und die sie bald aus den durch ihre Haut ausgeschiedenen Kalkfadtanzen (Fig. 124), bald aus Sand oder aus Muschelschalentrümmern, welche sie mittelst einer gallertartigen Substanz an einander kleben, bilden; mehrere graben sich tief in den Sand ein, z. B. der Sandwurm (Fig. 46); andere verstecken sich unter die Steine. Auch gibt es Süßwasseranneliden; so leben z. B. die Blutegel, die wegen ihrer Saugnäpfe merkwürdig sind, womit sich ihre beiden Leibesenden besetzt finden, in kleinen Flüssen oder Bächen; ebenso auch die Wasserschlängelchen (Nais), die mehr den Regenwürmern gleichen, welche Landthiere sind.

Die Klasse der Räderthiere (Rotatoria).

§. 591. Diese Geschöpfe, die man häufig, aber mit Unrecht, mit den eigentlichen Infusorien verwechselte, sind so außerordentlich klein, daß man vor der Entdeckung des Mikroskopes nicht einmal ihr Dasein vermuthete; und nichts destoweniger scheinen sie einen beinahe ebenso complicirten Bau zu haben, als die Anneliden. So lange die Instrumente, womit man sie beobachtete, sie nur um das Hundertfache vergrößerten, konnte man in ihrem Innern kein deutliches Organ wahrnehmen, und lange Zeit hat man sie als Beispiele von solchen Wesen angeführt, die aus einem belebten Gallerte bestünden, und sich auf dem Wege der Imbibition ernährten. Allein die Untersuchungen einiger neuern Naturforscher, namentlich des Professors Ehrenberg in Berlin, legten klar an Tag, wie sehr man sich hinsichtlich dieser Thierchen geirrt habe; und heutzutage ist es nicht mehr ihr einfacher Bau, worüber wir staunen, sondern vielmehr die Zusammensetzung ihrer ganz mikroskopischen Organisation.

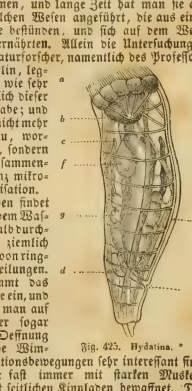


Fig. 425. Hydatina. *

Diese Thierchen findet man in stagnirendem Wasser. Ihr Leib ist bald durchsichtig und zeigt ziemlich deutliche Spuren von ringförmigen Abtheilungen. Der Mund nimmt das vordere Leibesende ein, und in der Regel sieht man auf jeder Seite oder sogar ganz um diese Oeffnung herum vibrirende Wimpern, deren Rotationsbewegungen sehr interessant sind. Der Schlund ist fast immer mit starken Muskeln versehen und mit seitlichen Kinnladen bewaffnet. Der Speisekanal ist enge; er dehnt sich von dem einen Ende des Leibes bis zum andern aus und stellt gewöhnlich in der Mitte eine Erweiterung dar, welche den Magen bildet; oft sieht man auf jeder Seite dieser Röhre drüsenähnliche Körper, und am hintern Ende derselben einen Kloak, in welchen die Eierleiter einmünden. Auch hat man an diesen Thierchen eine große

* Die Anatomie von der Hydatina, eines mit dem Räderthierchen (Rotifer) verwandten mikroskopisch kleinen Thierchen: — *a* vibrirende Wimpern; — *b* eine Fleischmasse, die den Mund umgibt und die Kinnladen in Bewegung setzt; — *c* Magen; — *d* Kloak; — *e* After; — *f* Speicheldrüsen; — *g* Eierstöcke; — *h* Muskeln.

Anzahl Muskeln und selbst ein Nervenganglienſyſtem entdeckt.

§. 592. Die Räderthierchen (Rotifera) (Fig. 152) wovon eine Species durch Spallanzani's Unterſuchungen über die Suſpenſion des Lebens durch Vertrocknung berühmt geworden iſt, können als Grundform von dieſer Klaſſe genommen werden. Sie ſind länglich und laufen vornen in zwei kleine Wimperkronen aus, welche das Thierchen nach Gefallen in das Innere zurücktreten laſſen oder nach außen ausbreiten kann, und welche durch ihre Vibrationen das Bild von zwei kleinen Rädern, die ſich ſehr ſchnell um ihre Are drehen, erzeugen. Ein gabelförmiger und gegliederter Schwanz endigt ſich nach hinten und dient ihnen zum Feſtſitzen auf fremden Körpern. Man bemerkt an ihnen auch noch zwei rothe Punkte, die Augen zu ſein ſcheinen. Dieſe Thierchen ſchwimmen außerordentlich ſchnell und legen ovale Eier.

§. 593. Gewiſſe andere Thierchen, denen man den Namen Brachioni gegeben hat, gleichen den Räderthieren hinſichtlich ihrer Organiſation im Allgemeinen, verdienen aber wegen des Schildes, womit ihr Leib bedeckt iſt, bezeichnet zu werden. Bei dieſen Thieren iſt das Gebäus zweifchalig und erinnert durchaus an gewiſſe Cruſtaceen, z. B. an die Cypris und Daphnia.

§. 594. An dieſe Räderthierchen muß man auch die Bärenthierchen reihen, welche der den Mund umgebenden vibrirenden Wimpern beraubt ſind und ein Nervenſyſtem haben, das eine große Aehnlichkeit mit dem der gegliederten Thiere hat. Zu bemerken iſt noch, daß ſie auch, wie die Räderthiere, das Vermögen beſitzen, zum Leben wieder zurückzukehren, nachdem ſie vertrocknet geweſen und ſehr lange im Scheintod gelegen ſind.

Die Klaſſe der Eingeweidewürmer oder Helminthen (Helmintha).

§. 595. Dieſe Abtheilung begreift die eigentlichen Eingeweidewürmer und die andern niedern Thiere mit einer ähnlichen Organiſation in ſich. Einige Naturforſcher, z. B. Cuvier, ſtellen ſie zu den Strahlthieren oder Zoophyten; ſie bieten aber nichts Strahlenförmiges in ihrem Baue dar; ſondern ſchließen ſich ihrer ganzen Natur nach an die Anneliden an. Der größte Theil dieſer eigenthümlichen Geſchöpfe können nur im Innern anderer Thiere leben, und halten ſich in der Leberſubſtanz, den Augen, dem Zellgewebe, den Muskeln und ſelbſt im Gehirn, ſo wie auch namentlich im Speiſekanal auf. Man weiß, daß ſie ſich mittelſt Eier vermehren, und daß ſie ſogar manchmal lebendige Junge gebären; aber man ſieht eigentlich nicht ein, wie ſie ſich von dem einen Thiere zum andern überpflanzen können, noch wie ſie in das Innere der Organe einzudringen vermögen, in denen ſie ſich entwickeln. Sie zeigen beinahe alle eine große Analogie mit den Regenwürmern oder auch mit den Blutegeln, unterſcheiden ſich aber von den Anneliden durch den Mangel einer Ganglienkette. Ihr Blut iſt nicht roth gefärbt, auch haben ſie keine borſtigen Füße, wie wir es bei den meiſten Anneliden geſehen haben. Ihr Leib iſt im Allgemeinen ſehr lang geſtreckt, walzenförmig oder plattgedrückt und zeigt mehr oder weniger deutliche Spuren von ringförmigen Abtheilungen (Fig. 153); man entdeckt bei ihnen nichts was den vorhinerwähnten Wimperkronen gleicht; dagegen iſt ihr Mund öfters mit Haken beſetzt oder wie ein Saugnapf geſtaltet. Mehrere Helminthen bieten ſehr deutliche Gefäße dar, und bei einigen findet man Spuren von einem Nervenſyſtem; dagegen gibt es keine Helminthen, die mit ſpeciellen Reſpirationsorganen begabt zu ſein ſcheinen.

Als Beiſpiele von Helminthen führen wir hier den Röhrenwurm (Lingula), den Spulwurm (Ascaris), den Palliſadenwurm (Strongylus), den Leberegel (Distoma hepaticum) und den Kettenbandwurm (Taenia) an.

§. 596. Die Röhrenwürmer (Fig. 153) haben einen zuſammengedrückten hinten dünn auslaufenden und ſtark geringelten Leib; ihr Mund iſt mit Haken bewaffnet, ihr Speiſekanal geht von dem einen Ende des Leibes zum andern; ſie haben ein aus zwei langen Fäden und einem einzigen Ganglion zuſammengeſetztes Nervenſyſtem; endlich findet man noch andere Organe mit einem complicirteren Bau. Man trifft ſie oft in den Stirnhöhlen der Pferde und Hunde an.

§. 597. Die Spulwürmer und Palliſadenwürmer ſind walzenförmig und an beiden Enden dünn auslaufend; man bemerkt bei ihnen keine Ringe, doch differirt ihr innerer Bau nur wenig von dem der ſo eben erwähnten Würmer.

Die Leberegel nähern ſich mehr den Blutegeln an; ihr Leib iſt platt gedrückt und mit Saugnäpfen beſetzt, womit ſie ſich zum Saugen anſetzen; ihr Verdauungskanal verzweigt ſich mehr oder weniger, und ihre Organiſation iſt weit nicht ſo complicirt als bei den Anneliden. Uebrigens haben ſie hinſichtlich ihres Baues eine große Aehnlichkeit mit gewiſſen andern Würmern, die ſowohl das Süß- als Meerwaſſer bewohnen und von den Naturforſchern Planariae genannt werden.

Die Kettenbandwürmer oder einſam lebenden Würmer gleichen einem langen, in die Quere gefalteten Band; ſie ſind plattgedrückt ſehr lange und in eine große Anzahl Glieder getheilt, von denen jede einen Eierſtock einſchließt und eine oder zwei Poren hat; der Darmkanal ſcheint durch zwei Längsgefäße erſetzt zu ſein, die mit der Außenwelt durch

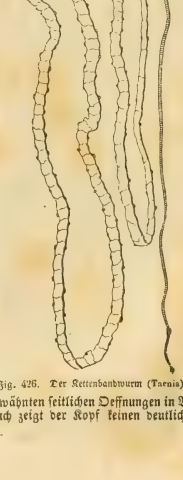


Fig. 426. Der Kettenbandwurm (Taenia).

die eben erwähnten ſeitlichen Oeffnungen in Verbindung ſtehen; auch zeigt der Kopf keinen deutlichen Mund.

Die Mollusken (Mollusca).

§. 598. Die Abtheilung der Mollusken besteht, wie wir bereits gesagt haben, aus einer beträchtlichen Anzahl solcher Thiere, die, wie die Gliederthiere, eines Cerebrospinalsystems und eines innern Skelets beraubt sind, die aber weder einen in Ringe getheilten Leib, noch eine lange in der Mittellinie auf der Bauchseite des Leibes liegende Ganglienkette haben. Von den Zoophyten unterscheiden sie sich durch die paarweise Anordnung derjenigen Organe, die zu den höheren thierischen Funktionen gehören; gewöhnlich steht der After mehr oder weniger nahe am Munde. Uebrigens differiren sie unter sich bedeutend und theilen sich in zwei Hauptreihen, nämlich in die eigentlichen Mollusken und in die Manteltiere (Tunicata *Lam*.).

Erste Unterabtheilung.

Die eigentlichen Mollusken.

§. 599. Bei diesen Thieren ist das Nervensystem immer aus mehreren durch Markfäden mit einander vereinigten Ganglien zusammengesetzt, und zwar so, daß sie gleichsam ein Halsband bilden, welches mehr oder weniger gedrängt um die Speiseröhre herum liegt, die sich aber nicht, wie bei den gegliederten Thieren, nach hinten zu einer unter dem Speisekanal liegenden Bauchganglienkette verlängern.

Die allgemeine Form dieser Mollusken ist äußerst veränderlich. Ihr Leib ist immer weich, und nur bei sehr wenigen (z. B. den Tintenfischen) sind im Innern einige feste Stücke vorhanden, die aber nicht gegliedert sind und eher zum Schutze der Eingeweide dienen, als daß sie dem Ortsbewegungsapparate Hebel und Stützpunkte liefern. Die Muskeln heften sich unmittelbar an die Bedeckungen und wirken eigentlich bloß auf den Punkt selbst, wo sie angeheftet sind; daher sind die Bewegungen nur langsam und im Allgemeinen sehr unbestimmt. Bei einigen wenigen (den Meerpolypen, u. s. w.) finden sich lange und biegsame Anhängsel, die zur Ortsbewegung bestimmt sind (Fig. 139); die meisten Mollusken aber vermögen sich nicht anders als durch die successiven Contractionen der verschiedenen Punkte der innern Körperoberfläche fortzubewegen, und selbst wenn Gliedmaßen vorhanden sind, so sind diese Organe zu einer Gruppe an dem einen Leibesende vereinigt und niemals, wie bei den Wirbelthieren und den Gliederthieren, in symmetrische Reihen geordnet.

Die immerdar weiche und schleimige Haut der Mollusken bildet oft Falten, die den Leib mehr oder weniger vollständig einhüllen. Diese Bildung gab Veranlassung, daß man denjenigen Theil der Bedeckung, an dem man diese Expansionen gewöhnlich bemerkt, Mantel nannte. Oft ist dieser Mantel beinahe ganz frei und bildet zwei große Segel, die das ganze übrige Thier bedecken, oder vereinigen sich auch diese beiden Lappen zu einer Röhre; manchmal besteht er aber nur in einem Rückenschild, dessen Ränder allein frei sind oder den Körper genauer in der Form eines Sackes umgeben.

§. 600. In der Regel wird diese weiche Haut durch einen steinartigen Panzer, den man Muschelschale (Coquilla) nennt, beschützt. Eine Secretion, die einige Aehnlichkeit mit der Epidermis hat, erzeugt diese Hülle. Die gewöhnlich an den Rändern des Mantels liegenden Drüsen setzen an dessen Oberfläche eine halbhornige Substanz ab, die sich in einem bestimmten Verhältniß mit einer Kalksubstanz mischt, welche sich auf den darunter liegenden Theilen abformt und verhärtet. Die so gebildete Schale wird durch die allmählige Ablagerung neuer Stoffe dicker und größer. Ihre Oberfläche ist nicht steinig, sondern gleicht einer Epidermis und heißt Seetuch. Bisweilen behält sie in ihrer ganzen Dicke eine hornartige Consistenz bei; gewöhnlich nimmt aber das Verhältniß des beigemischten kohlensauren Kalks schnell zu und macht sie steinhart. Oft ist selbst ihre innere Fläche dichter als die übrige Schale und zeigt eine eigenthümliche Struktur, welche sie glasähnlich oder schillernd und perlmutterartig macht. Manchmal bleibt diese Schale stets im Innern der Haut der Mollusken eingeschlossen; doch ist sie in der Regel außen und geht selbst über den Rand des Mantels hinaus, so daß sie für das Thier ein vollkommenes Obdach abgibt. Man heißt im Allgemeinen nackte oder schalelose Mollusken diejenigen Weichthiere, die der Schalen beraubt sind oder nur eine innere Schale besitzen, und nennt dagegen schalentragende Mollusken diejenigen, deren Schale äußerlich sichtbar ist.

Die Art und Weise, wie die Muschelschale sich vergrößert, ist leicht einzusehen. Wenn man z. B. eine Austerschale untersucht, so bemerkt man, daß sie aus einer Menge über einander gelegter Platten zusammengesetzt ist, die man mittelst der Wärme von einander trennen kann. Diese Platten sind allmählig durch den Mantel des Thieres, den sie bedecken, gebildet worden, daher muß auch die äußerste Platte die älteste sein; sie ist auch die kleinste und jede neue hinzugefügte geht über die darüber liegende hinaus, so daß die Muschelschale in derselben Zeit, daß sie an Dicke zunimmt, sich auch schnell erweitert. Im Allgemeinen sind diese verschiedenen Schichten weniger ausgesprochen, und oft sehen sich die neuen Substanzen bloß am Rand der Schale, und zwar auf die Weise nieder, daß ihre Molekule genau den Molekülen des bereits festen Theiles entsprechen, was dem Ganzen eine faserige Struktur gibt.

Die mannigfaltigen und auf das Angenehmste angeordneten Farben zieren die Muscheln, und variiren je nach dem Alter. Sie sind fast immer ganz oberflächlich und scheinen von der Haut des Thieres herzurühren, die auf eine der Färbung der Schale entsprechende Weise bemalt ist. Die färbende Substanz scheint auf die Muschel im Moment ihrer Bildung aufgetragen zu werden; auch ist sie um so lebhafter, je jünger die Schale ist. Sie wird durch den Rand des Mantels erzeugt. In der That, wenn eine Muschelschale zerbricht und das Thier die beschädigte Stelle auszubessern vermag, so ist der neu gebildete Theil immer weiß, wenn er noch nicht mit

dem Rande des Mantels in Berührung gekommen ist, und sobald er diesem Rande entspricht, so sieht man ihn die Farbe annehmen, welche dieser in dem berührten Punkte hat. Wenn also dieser Rand gefleckt ist, so geben auch dem Rande der Muschel entsprechende Flecken hervor; und in dem Maße, als sich diese verlängert, fallen diese Flecken mit den schon zuvor gebildeten zusammen und erzeugen Linien, die senkrecht auf den Wachsthumsstreifen stehen, oder verbinden sie sich auch nicht mit diesen und bleiben isolirt, je nachdem der Mantel undeweglich bleibt und mit dem Umfang der Muschel dieselben Beziehungen beibehält oder durch die Bewegungen des Thieres oft die Lage verändert. Manchmal verändert sich die Secretion der färbenden Substanz mit dem Alter, und auch zufällige Umstände können dieselbe modificiren. So übt z. B. das Licht auf dieses Phänomen einen sehr merkwürdigen Einfluß aus, und es zeigen nicht nur die der Einwirkung desselben am meisten ausgesetzten Muscheln gewöhnlich die lebhaftesten Farben, sondern es findet sich auch dieß, daß wenn ein Mollusk auf einem Felsen festsitzend oder theilweise unter einem Meerschwamm oder irgend einem andern undurchsichtigen Körper versteckt lebt, der dem Licht auf diese Weise entzogene Theil der Muschel stets bleicher und matter ist, als der dem Contact der Sonnenstrahlen ausgesetzte.

§. 601. Der Verdauungsapparat dieser Thiere ist sehr entwickelt. Es ist immer eine massenreiche Leber vorhanden; auch findet man bei ihnen Speicheldrüsen und Freßwerkzeuge; die Gedärme werden aber niemals mittelst eines Mesenteriums festgehalten. Das Blut ist entweder farblos oder lichtbläulich und circulirt in einem sehr complicirten, aus Arterien und Venen zusammengesetzten Gefäßapparat. Auf der Bahn des arteriellen Bluts befindet sich ein Herz, das aus einer Kammer (v) und einem oder zwei Vorhöfen (o) besteht; dieses Gefäß schickt das Blut in alle Theile des Leibes hin, von wo es in das Respirationsorgan zurückkehrt. Manchmal trifft man auch an der Basis der Gefäße, die in diesen letztgenannten Apparat treten, gewisse venöse Behälter, die man Lungenherzen nennt.

Was die Einrichtung der Respirationsorgane betrifft, so ändert sie sich allzu sehr ab, als daß wir hier davon sprechen könnten, daher hier nur die einzige Bemerkung, daß sie bald die Form der Lungen, bald die der Kiemen haben.

§. 602. Wir können auch nichts Allgemeines über den Bau der Sinnesorgane sagen, die übrigens nie so vollständig als bei den Wirbelthieren sind. Einige Mollusken scheinen bloß mit dem Fühlsinn und Geschmackssinn begabt zu sein; aber bei vielen findet man Augen, deren Bau sich abändert, und bei einigen findet man auch einen Gehörapparat; dagegen findet man kein Thier aus dieser Klasse, das mit einem besondern Organ für den Geruchssinn begabt wäre.

Die Mollusken entstehen aus Eiern und vermehren sich niemals durch Knospen, wie dieß bei den meisten Mantelthieren der Fall ist; diese Eier brechen aber entweder schon im Mutterleibe, oder außerhalb desselben auf; im ersteren Fall werden die Jungen lebendig geboren. In allen Fällen aber treten diese Thiere beinahe vollständig gebildet ins Leben und erleiden keine Metamorphosen.

§. 603. Die Unterabtheilung der eigentlichen Mollusken besteht, wie wir bereits gesehen haben, aus vier Hauptgruppen oder Klassen, nämlich aus den Cephalopoden, den Gasteropoden, den Pteropoden und den Acephalen. Wir werden nun die hervorstechendsten Charaktere einer jeden Klasse angeben.

Erste Klasse. Die Kopffüßer oder Cephalopoden (Cephalopoda).

§. 604. Diese Klasse begreift Mollusken mit einer sehr seltsamen Form in sich, denn ihr Kopf hat seinen Platz zwischen dem Rumpfe und den Füßen oder den zur Ortsbewegung dienenden Armen. Wenn sie gehen, so ist der Leib oben und der Kopf unten (Fig. 195). Es stehen auch in der That die Füße um den Mund herum, woher denn ihr Name Cephalopoden oder Kopffüßler kommt.

Der Rumpf ist bei diesen Thieren durch den Mantel bedeckt, welcher die Form eines entweder fast sphärischen oder eines länglichen Sackes hat, der sämmtliche Eingeweide einschließt und nur vornen offen ist (Fig. 398, o). Aus dieser Oeffnung tritt der Kopf heraus, welcher rund und in der Regel mit zwei großen Augen versehen ist (Fig. 8), die ihrem Bau nach eine sehr große Analogie mit den Augen der Wirbelthiere haben. Der Mund nimmt die Mitte des Kopfes ein und ist mit zwei Kinnladen bewaffnet. Endlich findet sich um diese Oeffnung herum eine Krone von biegsamen und fleischigen Anhängseln (Fig. 427), die ohne Unterschied mit dem Namen Füße oder Arme bezeichnet werden und die diese Benennungen gleich gut verdienen, denn sie sind eben so gut Greifwerkzeuge, als Ortsbewegungsorgane.

Fig. 427. Der gemeine Calmar (Loligo vulgaris).

§. 605. Die Cephalopoden sind wesentliche Wasserthiere, daher sie mit Kiemen athmen. Diese Organe finden sich in dem Mantel unter einer besondern Höhle versteckt (Fig. 428), deren Wandungen sich wechselsweise ausdehnen und wieder zusammenziehen, und deren Inneres durch zwei Oeffnungen mit der Außenwelt in Verbindung steht: die eine (o) ist spaltenförmig und dient zum Eintritt des Wassers, die andere ist zu einer Röhre oder einem Trichter verlängert (t) und dient zum Austritt des Wassers und

Fig. 428. Die Kiemen des großen Meerpolyps. *

* Der Leib eines großen Meerpolyps von vornen gesehen (der Mantel ist auf der Mittellinie gespalten und auf der einen Seite auswärts zurückgeschlagen, um so das Innere der Respirationshöhle zu zeigen): — *a* die Basis des Kopfes; — *t* die Röhre, durch welche das Wasser aus der Respirationshöhle tritt; — *o* eine der beiden seitlichen Oeffnungen, durch welche das Wasser in diese Höhle eintritt; — *b* eine der Kiemen.

der Excremente. Jede Kieme (b) hat die Form einer länglichen Pyramide und besteht aus einer großen Anzahl häutiger Lamellen, die quer übergelegt und auf beiden Seiten einer in der Mittellinie liegenden Röhre liegen. Die Zahl der Kiemen ist verschieden; diese Verschiedenheit bezeichnet aber die beiden großen natürlichen Abtheilungen, woraus diese Klasse besteht. Bei den Meerpolypen, den Tintenfischen und dem

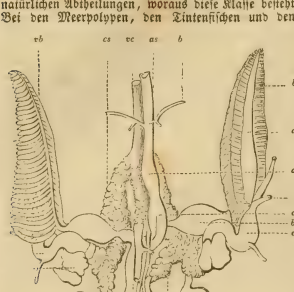


Fig. 429. Die Circulations- und Respirationsorgane. *

Calmar ist nur ein einziges Paar vorhanden; dagegen findet man bei den Nautilusarten zwei Paare.

§. 606. Das Herz liegt zwischen den Kiemen, auf der Mittellinie des Leibes und besteht nur aus einer einzigen Kammer (c, Fig. 429); das Blut gelangt von den Kiemen durch die Kiemenvenen dahin (vb), deren Oeffnungen mit Klappen besetzt sind, und dringt hierauf in die Arterien ein, die in diesem Organe ihren Ursprung nehmen und sich im Körper verbreiten. Diese Flüssigkeit kommt alsdann in eine dicke Hohlvene zurück, die sich nicht weit vom Herzen in zwei Aeste theilt, um sich zu den Kiemen zu begeben; diese letzteren Gefäße stellen an der Basis der Respirationsorgane gewöhnlich eine Erweiterung dar und sind mit Muskelfasern besetzt, so daß sie zwei contractile Behälter bilden, welche wie Lungenherzen (cp) funktioniren. Diese Einrichtung spricht sich bei allen zweikiemigen Cephalopoden aus, zeigt sich aber nicht bei den vierkiemigen.

§. 607. Der Verdauungsapparat ist sehr zusammengesetzt. Der Mund ist von einer kreisrunden und mit zwei vertikalen Kinnbacken, die einem Papageischnabel bedeutend gleichen und durch starke Muskeln in Bewegung gesetzt werden, bewaffneten Lippe umgeben. Es sind sehr entwickelte Speicheldrüsen,

* c das Aortenherz, dessen oberes Ende sich in der obern Aorta fortsetzt, welche das Blut an den Kopf ꝛc. vertheilt; — b die Aeste dieses Gefäßes; — a die untere Aorta, die an ihrem Ursprung angeschwellt ist und sich in zwei Aeste (as) theilt; — vc eine Hohlvene, deren Wände durch schwammige Körper (cs) hebedt sind; — vv Eingeweidevenen, die in die beiden Aeste der Hohlvene einmünden; — cp Venenhöhlen oder Kiemenherzen; — s eine Anschwellung der Basis der Kiemenarterien; — br Kiemen; — ab Kiemenarterie; — vb Kiemenvene; — bu die Mündt der Kiemenvenen, welche diese Gefäße bei ihrem Eintritt in das Herz bilden.

mehrere Mägen und eine große Leber vorhanden; der Darmkanal mündet in der Kiemenhöhle an der Basis des Trichters aus, durch welche das Wasser erspirirt wird, und communicirt mit einem ganz eigenthümlichen Secretionsorgane, welches bei den zweikiemigen Cephalopoden eine bedeutende Menge schwarzer Flüssigkeit erzeugt; der Ausführungsgang dieser Drüse öffnet sich beim After. Wenn das Thier in Gefahr ist, so spritzt es diese Flüssigkeit in so großer Menge durch den Trichter aus, daß dadurch das Wasser in seiner Umgebung trübe und es ihm auf diese Weise möglich wird, sich dem Blicke seiner Feinde zu entziehen. Die schwarze Flüssigkeit eines dieser Cephalopoden, nämlich des gemeinen Tintenfisches (Sepia officinalis L.) wird unter dem Namen Sepia als Malerfarbe benützt, und mehrere Naturhistoriker sind der Meinung, daß die chinesische Tinte eine ähnliche Substanz sei. * Die vierkiemigen Cephalopoden weisen nichts Aehnliches auf.

§. 608. Wir haben weiter oben gesagt, daß die Mollusken im Innern ihres Leibes kein festes gegliedertes und dem Skelet der Wirbelthiere vergleichbares Gerüste darbieten. Doch findet man noch bei den Cephalopoden Spuren von etwas Aehnlichem; denn es findet sich im Kopfe ein Knorpelstück, das nicht nur das Gehirn beschützt, sondern sich auch in verschiedenen Richtungen so ausdehnt, daß es Anheftepunkte für die Hauptmuskeln abgibt. Auch ist zu bemerken, daß der Bauch dieser Thiere in der Regel durch eine innere Schale unterstützt wird, welche bei

* Es scheint jedoch, daß der Stoff, der gewöhnlich zur Fabrikation der chinesischen Tinte angewendet wird, nichts anderes, als sehr fein zertheilte Kohle ist.

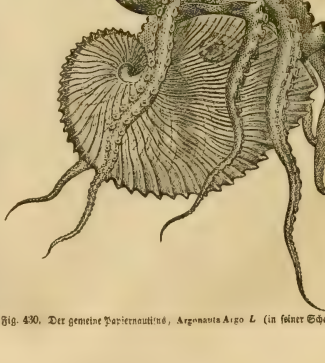


Fig. 430. Der gemeine Papiernautilus, Argonauta Argo L. (in seiner Schale).

den Calmar's hornig, dagegen bei den Tintenfischen von kalkartiger Beschaffenheit ist, und der Rücken dieser Thiere genannt wird.

§. 609. Die Anordnung der um dem Mund herumstehenden Lokomotions- und Greiforgane variirt bei diesen Mollusken. Bei den zweikiemigen Cephalopoden ist eine Krone von dicken fleischigen Anhängseln vorhanden, deren innere Oberfläche mit Saugnäpfen besetzt sind, womit sie sich an die Körper, die sie umfassen, sehr fest anhängen (Fig. 159). Bei den Meerpolypen zählt man acht solcher Anhängsel und bei den Tintenfischen sechs; manchmal verästeln sich zwei derselben zu einem Ruder oder zu häutigen Segeln, wie z. B. bei dem Papierboot (Fig. 430), oder verlängern sie sich fadenförmig, wie z. B. bei den Calmar's (Fig. 427 und Fig. 8). Bei den vierkiemigen Cephalopoden sind diese Anhängsel alle dünne und der Saugorgane beraubt, aber dafür sehr zahlreich (Fig. 431).

§. 610. Die meisten Mollusken aus dieser Klasse sind wegen der Entwicklung und Vollkommenheit ihrer Augen, welche denen der Wirbelthiere in einem hohen Grade gleichen, interessant. Mehrere besitzen auch einen Gehörapparat, der aber auf einen kleinen die Vorkammer darstellenden und den Sehnerven aufnehmenden häutigen Sack reduzirt ist. Das Nervensystem ist hier complizirter, als bei den andern Mollusken, und die verschiedenen um die Speiseröhre herumgruppirten Ganglien streben mehr in eine einzige Masse zusammenzufallen. Das auf diese Weise gebildete Halsband besteht aus einem Paar Kopfganglien, woraus die Sehnerven u. s. w. entspringen; ferner aus einem Paar mehr nach vornen, aber unter der Speiseröhre liegenden und die Armnerven abgebenden Ganglien; endlich aus einem Paar Brustganglien, die den Nerven des Mantels und zwei nach hinten laufenden Nervenfäden die Entstehung geben und auf jeder Seite des Hinterleibes ein Ganglion bildet, von welchem Aeste zum Herzen, zu den Kiemen u. s. w. abgehen.

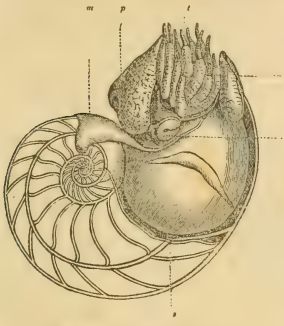


Fig. 431. Das Schiffsboot (Nautilus *L*.). *

§. 611. Sämmtliche Cephalopoden sind Meeresthiere und sehr gefräßig; sie ernähren sich hauptsächlich von Crustaceen und Fischen, deren sie sich mit Hülfe ihrer biegsamen und kräftigen Arme bemächtigen und deren Fleisch sie ohne Schwierigkeit mit ihren spitzen Kinnbacken zerreißen. Einige dieser Thiere haben ihren Wohnsitz in spiralförmig gewundenen Schalen, z. B. die Argonauta und der Nautilus *L*.; doch sind einige Naturforscher der Meinung, daß sich die erstere ihre Wohnung nicht selbst baue, sondern als Parasit in der kalkigen Schale eines andern Weichthieres lebe.

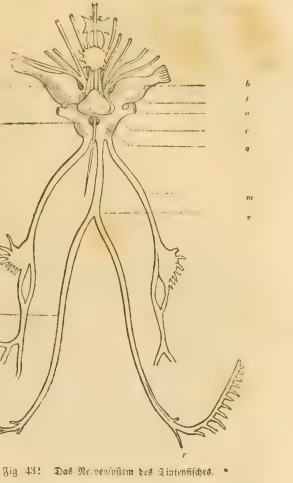


Fig. 432. Das Nervensystem des Tintenfisches. *

Zu dieser Klasse gehören der Meerpolyp (Octopus) (Fig. 159), das Papierboot (Argonauta) (Fig 430), der Tintenfisch (Sepia), der Calmar (Loligo) (Fig. 427), das Schiffsboot (Nautilus *L*.) (Fig. 431) u. s. w. Auch zählt man hieher die Ammoniten (Fig. 433); dies sind Muscheln, die eine Aehnlichkeit mit denen der Schiffsboote haben und sich nur im fossilen Zustand finden.

Fig 43. Ein Ammonit.

* In dieser Figur zeigt man die offene Schale; — *c* die Fangarme; — *e* der Trichter; — *p* der Fuß; — *m* ein Theil vom Mantel; — *o* das Auge; — *r* der Sipho.

* *a* Das Nervenband, welches sich um die Speiseröhre (*e*) schlingt; — *c* die vor der Speiseröhre liegende und gemeiniglich das Gehirn genannte Nervenmasse; auf ihrer obern Fläche erhebt sich eine sehr dicke herzförmige Warze, und aus ihrem vordern Theile gehen zwei Nerven aus, die sich bald nachher in einem kreisrunden Ganglion endigen, das wiederum einem andern Nervenpaar die Entstehung gibt, das unter den Mund hinabsteigt, um von Neuem die Speiseröhre zu umschlingen, und daselbst ein kleines vorderes Ganglion bildet, woraus die Lippennerven entstehen; — *b* Hangarmganglien, worin die Armnerven ihren Ursprung nehmen; — *o* Sehnerven, die von den seitlichen Theilen des Gehirns abgehen und bald darauf zu einem dicken Ganglion anschwellen; — *t* kleine Nervenwärzchen, die am Ursprung der Sehnerven liegen; — *g* Unterspeiseröhren- oder Bauchganglion; — *n* großer Eingeweidenerv, wovon der eine Ast ein längliches Ganglion (*r*) darstellt und in die Kieme dringt; — *m* Nerven, die gleichfalls aus den Hinterspeiseröhrenganglien entspringen und auf ihrem Verlaufe ein großes sternförmiges Ganglion (*s*) bilden, dessen Aeste sich an den Mantel begeben.

Fig. 434.

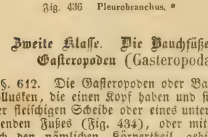


Fig. 436 Pleurobranchus. *

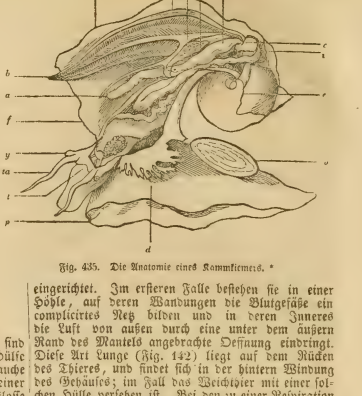


Fig. 435. Die Anatomie eines Kammkiemers. *

Zweite Klasse. Die Bauchfüßer oder Gasteropoden (Gasteropoda).

§. 642. Die Gasteropoden oder Bauchfüßer sind Mollusken, die einen Kopf haben und sich mit Hülfe einer fleischigen Scheibe oder eines unter dem Bauche liegenden Fußes (Fig. 434), oder mit Hülfe einer durch den nämlichen Körpertheil gebildeten Flosse (Fig. 438) bewegen. Diese Klasse hat die Gartenschnecke (Helix) zum Typus, ist außerordentlich zahlreich und hauptsächlich aus solchen Thieren zusammengesetzt, die eine aus einem einzigen Stück gebildete Schale oder Conchylie bewohnen, die in den meisten Fällen kegelförmig gebildet und spiralförmig gewunden ist; dagegen gibt es einige Arten, die vollkommen nackt sind, wie z. B. die Wegschnecke (Limax *L.*). Der Leib ist länglich und endigt vornen in einem mehr oder weniger entwickelten Kopfe, der mit einem Mund versehen und mit fleischigen Fühlern besetzt ist, deren Zahl zwischen zwei und sechs wechselt; der Rücken ist mit einem Mantel bedeckt, der sich mehr oder weniger in der Form eines häutigen Sackes nach hinten verlängert und die Schale ausscheidet; der Bauch ist von unten durch die fleischige Masse des Fußes bedeckt. Die auf dem Rücken liegenden Eingeweide nehmen den obern Theil des Schildes oder des durch die Conchylie gebildeten Kegels ein, und bleiben darin immer eingeschlossen; aber es treten sowohl der Kopf als der Fuß aus der Schale, sobald das Thier sich zum Gehen ausdehnt, und treten in die letzte Wendung derselben zurück, wenn es sich zusammenzieht: auch stehen die Größe und Form dieses letzteren Theiles im Verhältniß zur Größe des Fußes. Bei den meisten Wasserschnecken mit einer spiralförmigen Schale besteht entweder eine hornige oder eine kaltige Scheibe, Deckel (operculum) genannt (Fig. 435, o), der an den hintern Theil des Fußes geheftet ist und die Oeffnung des Gehäuses verschließt, wenn sich das Thier in dasselbe zurückzieht.

§. 643. Das stets aortische Herz besteht fast immer aus einer Kammer und einem Vorhofe und findet sich am Rücken des Thieres auf derjenigen Seite, die der von den Reproductionsorganen eingenommenen entgegengesetzt ist.

Die Respirationsorgane sind bald für die Respiration in der Luft, bald für die Athmung im Wasser eingerichtet. Im ersteren Falle bestehen sie in einer Höhle, auf deren Wandungen die Blutgefäße ein complicirtes Netz bilden und in deren Inneres die Luft von außen durch eine unter dem äußern Rand des Mantels angebrachte Oeffnung eindringt. Diese Art Lunge (Fig. 442) liegt auf dem Rücken des Thieres, und findet sich in der hintern Windung des Gehäuses; im Fall das Weichthier mit einer solchen Hülle versehen ist. Bei den zu einer Respiration im Wasser bestimmten Gasteropoden variirt der Bau der Kiemen; denn oft sind diese Organe in einer ähnlichen Höhle eingeschlossen, wie die der vorhergehenden Gasteropoden (Fig. 435); dagegen liegen sie ein anderes Mal zwischen dem Mantel und dem Fuße oder selbst auf dem Rücken des Thieres, so daß sie frei in der umgebenden Flüssigkeit schwimmen. Als Beispiel von Lungenschnecken, wollen wir die Gartenschnecke (Helix) und die Wegschnecke (Limax *L.*) anführen, die auf dem Lande leben; sodann die Schlammschnelle, Limnaeus (Fig. 441), die Tellerschnecke (Planorbis) und die Perlenblase (Physa), die sich in stillstehenden Wassern aufhalten und nur an die Oberfläche des Wassers kommen, um die zu ihrer Respiration nothwendige Luft aufzunehmen. Unter den Gasteropoden mit Kiemen; die in einer Rückenhöhle eingeschlossen sind, bemerkt man die Walze (Voluta, Buccinum, die Porzellanschnecke (Cypraea) (Fig. 157), das Meerrohr (Haliotis), u. s. w. Die Napfschnecke (Patella) und die Pleurobranchea (Fig. 436) tragen diese Organe in der Furche, die den Fuß vom Mantel scheidet, und bei der Doris (Fig. 43), der Eolis (?) (Fig. 437), u. s. w. bestehen sie in Federbüschen und

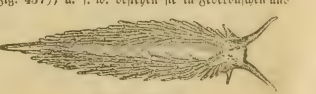


Fig. 437. Eolis. (?)

* m Der in die Höhe gehobene Mantel, um die Kiemen (br) zu zeigen: — a der Arter; — b der Mund und der Rüssel; — v das Segel; — t die Fühler; — p der Fuß.

* Fig. 435. Die Anatomie von Turbo pica, um die Einrichtung der Respirationshöhle zu zeigen: — p der Fuß; — o der Deckel; — t der Rüssel; — ta die Fühler; — y die Augen; — der der Länge nach durchgeschnittene gespaltene Mantel, daß die Respirationshöhle offen vor Augen liegt; — f der vordere Rand des Mantels, welcher in seiner natürlichen Lage den Rücken des Thieres bedeckt und dadurch eine Oeffnung oder Spalte läßt, durch welche das Wasser zur Kieme gelangt; — b die Kieme; — vb die Kiemenvene, die sich zum Herzen (c) begibt; — ab die Kiemenarterie; — a der Arter; — i der Darmkanal; — e der Magen und die Leber; — ov der Eierleiter. Oberhalb des Nackens sieht man das Kopfganglion und die Speicheldrüsen; — d eine gefranzte Haut, welche von unten die linke Seite der Oeffnung der Respiration begränzt.

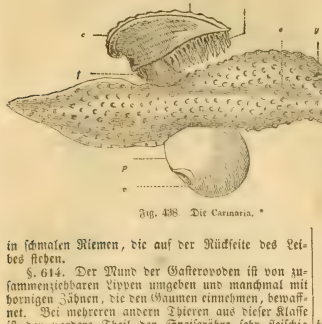


Fig. 438. Die Carinaria. *

in schmalen Riemen, die auf der Rückseite des Leibes stehen.

§. 614. Der Mund der Gasteropoden ist von zusammenziehbaren Lippen umgeben und manchmal mit hornigen Zähnen, die den Gaumen einnehmen, bewaffnet. Bei mehreren andern Thieren aus dieser Klasse ist der vordere Theil der Speiseröhre sehr fleischig und besitzt die Fähigkeit, so nach außen zu treten, daß dadurch ein Rüssel gebildet wird. Manchmal ist auch der Magen mit Knorpel- oder Knochenstücken besetzt, die zum Zerkleinern der Speisen dienen; der Darmkanal ist um sich selbst gewunden und liegt zwischen den Lappen der Leber und des Eierstocks; der After (a. Fig. 436) hat seine Lage fast immer auf der rechten Seite des Leibes und befindet sich oft in geringer Entfernung vom Kopfe.

§. 615. In dieser Klasse sind die Sinnesorgane weniger entwickelt als bei den Cephalopoden; die Fühler, welche die meisten Gasteropoden auf der Stirne tragen, dienen eigentlich nur zum Betasten und vielleicht auch zum Riechen. Man kennt bei ihnen noch kein Gehörorgan und ihre Augen, die auch bisweilen fehlen, sind sehr klein und einfach gebaut; sie sitzen entweder auf dem Kopfe, oder an der Basis, auf der Seite oder an der Spitze der Fühler. Endlich ist auch das Nervensystem hier weniger entwickelt, als bei der vorhergehenden Klasse und besteht hauptsächlich aus einem Kopf- und Brustganglion, die zu einem die Speiseröhre umgebenden Band vereinigt sind. Unter diesen Thieren halten sich die einen auf dem Lande, andere im Süßwasser auf; die meisten aber leben im Meere. Im Allgemeinen sind sie so gebaut, daß sie wie die Wegschnecke, die Schlammschnecke (Fig. 141), die Porzellanschnecke (Fig. 157), u. s. w. kriechen; doch sind sie in manchen Fällen bloß zum Schwimmen bestimmt, wie z. B. die Carinaria (Fig. 438).

Dritte Klasse. Die Flossenfüßer oder Pteropoden (Pteropoda).

§. 616. Die Pteropoden oder Flossenfüßer sind, wie bereits erwähnt, kleine Mollusken mit einem deutlichen Kopf und so gebaut, daß sie mit Hülfe zweier Flossen, die wie Flügel zu beiden Seiten des Halses sitzen, im Wasser herumschwimmen können (Fig. 160). Die einen sind nackt, die andern von einer Conchylie bedeckt. Uebrigens bietet ihre Geschichte nicht so viele interessante Eigenthümlichkeiten dar, als daß wir uns bei ihnen länger aufhalten könnten.

* b Der Mund; — t die Fühler; — y die Augen; — e der Magen; — f die Leber; — a der After; — c die Schale; — br die Kiemen; — p der Fuß; — v ein kleiner am Rande des Fußes liegender Saugnapf.

Vierte Klasse. Die Acephalen (Acephala).

§. 617. Die Mollusken, mit denen wir uns seither beschäftigten, haben alle einen deutlichen Kopf; diejenigen, von denen uns zu sprechen übrig bleibt, sind desselben beraubt und zeigen in ihrer ganzen Organisation eine größere Einfachheit. Ihr ganzer Leib ist in den Mantel gehüllt, wie ein Buch in sein Futteral; die Haut hängt auch wirklich nur an der Mitte an und bildet auf jeder Seite eine große Falte oder einen Segel, welcher alle andern Theile des Thieres bedeckt (Fig. 439), und sich manchmal sogar

Fig. 439. Die Anatomie der Auster. *

mit dem andern so vereinigt, daß er nur vornen und hinten eine Oeffnung läßt und zwei lange Röhren zum Durchgang des zur Respiration nöthigen Wassers bildet (Fig. 440). Eine aus zwei Schalen zusam-

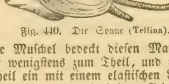


Fig. 440. Die Semne (Tellina).

mengesetzte Muschel bedeckt diesen Mantel entweder ganz oder wenigstens zum Theil, und zeigt an ihrem oberen Theil ein mit einem elastischen Ligament versehenes Scharnier, das die beiden Schalen jedesmal klaffen läßt, so oft die von der einen Schale zur andern ausgedehnten Muskeln sich zusammenziehen, um sie geschlossen zu halten. Die Eingeweide sind zu einer kleinen Masse unter dem Rückentheil des Mantels vereinigt; der Bauchtheil des Leibes verlängert sich gewöhnlich zu einem fleischigen Fuß, der einige Aehnlichkeit mit dem der Gasteropoden hat, sich aber weit weniger zur Ortsbewegung eignet. Bisweilen vertritt die innere Fläche des Mantels das Respirationsorgan und bietet zu diesem Zweck ein sehr entwickeltes Gefäßnetz dar, (z. B. bei der Terebratula); in der Regel besteht aber ein sehr entwickelter und aus zwei Paar großen, häutigen, gestreiften und zwischen dem Fuße und dem Mantel liegenden Blättern gebildeter Kiemenapparat (Fig. 439). Der Mund ist zwischen den Falten des Mantels versteckt

* v eine der beiden Schalen; — v' ihr Scharnier; — m einer der Mantellappen; — m' ein Theil des andern Lappens, nach oben zurückgeschlagen; — c die Muskeln der Muschel; — br Kiemen; — b der Mund; — t die Lippentaster; — f die Leber; — t der Darmkanal; — a der After; — co das Herz.

und findet sich an dem einen Ende der Bauchbasis, ist aber niemals mit Zähnen bewaffnet, sondern seitlich mit zwei Paar Lippenverlängerungen besetzt, welche blätterige Fühler bilden. Der Magen ist ziemlich entwickelt, und der Darmkanal bildet um die Leber herum mehrere Windungen, ehe er an den hintern Rand der Basis des Hinterleibes gelangt, wo der After liegt. Das Herz hat seine Lage im Allgemeinen über dieser Eingeweidemasse (Fig. 154) und besteht aus einer Aortakammer und aus einem oder zwei zur Aufnahme des von den Kiemen kommenden Blutes bestimmten Vorhöfen. Gewöhnlich ist die Herzkammer spindelförmig und zeigt eine merkwürdige Eigenthümlichkeit, da durch ihre Höhle der Mastdarm hindurch geht. Das Nervensystem besteht hauptsächlich in zwei Paaren durch Nervenfäden mit einander verbundener kleiner Ganglien, die aber sehr weit von einander entfernt liegen, und wovon das eine Paar oberhalb des Mundes und das andere Paar unterhalb des Afters liegt. Die Funktionen des höheren thierischen Lebens sind immer außerordentlich begränzt, und die meisten von diesen Mollusken können sich kaum fortbewegen, indem sie sich mit dem Fuße losen oder indem sie ihre Muschel sehr schnell schließen, um dadurch das zwischen den Schalen eingeschlossene Wasser nach außen zu stoßen, wodurch ihr Leib einen Stoß nach hinten erfährt; gewöhnlich leben sie fast unbeweglich am Grunde des Wassers oder im Sande vergraben; und einige heften sich sogar an die Felsen mittelst eines Horn- oder Seidenfadenbündels an, welcher aus dem Fuße tritt und der Byssus genannt wird.

§. 618. Diese Klasse theilt sich, je nachdem blätterige Kiemen vorhanden sind oder nicht, in zwei Ordnungen, nämlich: 1) in die Muschelthiere (Conchifera *Lam.* s. Lamellibranchia. *Blainv.*), welche die Auster (Ostrea), die eßbare Muschel (Mytilus edulis

Fig. 441. Die Perlmuschel (Avicula).

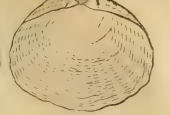


Fig. 443. Die Schale der Terebratula.

Fig. 442. Die Herzmuschel (Cardium edule *L.*).

Fig. 444. Die Terebratula (das Thier)

L.), die Perlmuschel (Avicula) (Fig. 441), die Kammmuschel (Pecten), die Trogmuschel (Mactra) (Fig. 154), die Herzmuschel (Cardium) (Fig. 442), die Messerscheide (Solen), der gemeine Pfahlwurm (Teredo navalis) u. s. w. in sich begreifen; 2) in die Armfüßer (Branchiopoda), die ihren Namen zweien fleischigen Armen verdanken, welche den Fuß vertreten; hieher gehört z. B. die Terebratula (Fig. 443 u. 444).

Zweite Unterabtheilung.

Die Manteltiere (Tunicata *Lam.*).

§. 619. Hinsichtlich der Thiere, die wir hier zusammenfassen, sind die meisten Zoologen der Meinung, daß man die einen den eigentlichen Mollusken, und die andern den Zoophyten anreihen müsse; aber diese Meinung scheint ihren Grund in der Unvollkommenheit der Kenntnisse zu haben, die man von dem Bau dieser Geschöpfe besitzt. Allein jetzt, da man sowohl ihre Anatomie als Physiologie besser erforscht hat, sieht man, daß sie alle nach demselben allgemeinen Plane gebaut sind und daß sie gleichsam den Uebergang von den eigentlichen Mollusken zu den Zoophyten bilden. Sie haben alle einen deutlichen Speisekanal, der um sich selbst gewunden und an seinen beiden Enden offen ist; auch sind sie im Besitze eines sehr entwickelten Kiemenapparates (Fig. 445). Bei den meisten sieht man noch Spuren von einem Nervensystem, aber man bemerkt keinen Gangliering, wie bei den eigentlichen Mollusken. Beinahe alle vermehren sich eben so wohl durch Knospen als durch Eier, und bilden auf diese Weise mehr oder weniger vollkommene Aggregationen von Individuen.

Diese Thiere leben alle im Wasser und sind nach zwei Haupttypen gebaut, sie bilden daher zwei Gruppen oder Klassen, nämlich: die eigentlichen Manteltiere und die Bryozoen oder bewimperten Polypen.

§. 620. Die eigentlichen Manteltiere (Fig. 446) haben einen sehr großen sackförmigen Mantel, welcher vor dem Bauche oder der Eingeweidemasse eine Respirationshöhle bildet, welche verschiedenartig gebaute

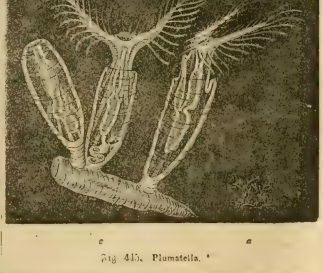


Fig. 445. Plumatella. *

Kiemen einschließt. Sie haben ein Herz und Blutgefäße, in welchen die ernährende Flüssigkeit auf eine ganz eigenthümliche Weise circulirt, denn der Strom

* *a* eine Gruppe von mehreren Individuen in natürlicher Größe; — *b* andere vergrößert und in verschiedenen Stellungen gesehen; — *c* der After.

Fig. 446. Salpa. *

* b der Mund — a der After; — m die große Schlundkopf- oder Respirationshöhle umgebenden Bänder; — br eine Kieme; — e die Eingeweidemasse, die den Magen, die Leber ꝛc., einschließen; — c das Herz.

verändert seine Richtung periodisch so, daß ein und derselbe Kanal in einem Zeitraum von einigen Minuten abwechslungsweise die Funktionen einer Arterie und einer Vene ausübt. Man zählt zu dieser Klasse: die Salpa (Fig. 446), die Pyrosoma und die Seescheiden (Ascidiae) (Fig. 155), die man als einfache und zusammengehäufte unterscheidet. Diese letzteren haben oft ein pflanzenähnliches Aussehen.

§. 624. Die Bryozoen (Bryozoa), die bis zu den letztverflossenen Jahren für die einfachsten Polypen gehalten worden sind, haben einen weniger entwickelten Mantel und nackte Kiemen, die in einer Krone von Fühler bestehen, welche den Mund umgeben und an den Seiten mit vibrirenden Wimpern besetzt sind (Fig 445); der After liegt sehr nahe am Mund, und die ernährende Flüssigkeit gelangt zwischen die Eingeweide und den Mantel, so wie in das Innere der Fühler, wird aber durch kein Herz in Bewegung gesetzt; der untere Theil des Mantels verhärtet sich in der Regel zu einer bald hornigen, bald kalkigen Röhre oder Zelle, in welche das Thier sich ganz zurückziehen kann. Gewöhnlich sind diese Thiere beinahe mikroskopisch klein, und leben in mehr oder weniger großen Massen vereinigt. Die meisten bewohnen das Meer, doch finden sie sich auch im Süßwasser. Von diesen letztern führen wir die Plumatella (Fig. 445) und die Alcyonella an, die in unsern Sümpfen ziemlich häufig vorkommt; zu den ersteren zählen wir die Flustra, die Retepora u. s. w.

Die Zoophyten (Zoophyta).

§. 622. In dieser vierten und letzten großen Abtheilung des Thierreichs ist die Organisation weit weniger vollständig als bei den meisten andern Thieren, und anstatt daß die verschiedenen Theile der thierischen Oekonomie paarweise zu jeder Seite einer Längsebene liegen, gruppiren sie sich entweder um eine Centralaxe oder um einen Mittelpunkt herum, so daß sie dem Thiere eine strahlige oder sphärische Form geben. Das Nervensystem ist entweder bloß angedeutet oder gar nicht vorhanden; auch bestehen keine speciellen Sinneswerkzeuge, außer manchmal kleine farbige Flecken, die etwas Aehnliches zu sein scheinen, wie die Augen der Mollusken.

Es bestehen, wie wir schon früher bemerkt haben, sehr große Verschiedenheiten im Baue dieser Thiere, wovon mehrere ihrem äußern Aussehen nach eher Pflanzen als Thieren gleichen; wegen dieser Verschiedenheiten theilt man die Zoophyten in fünf Klassen: nämlich in die Sternthiere, die Seequallen oder Acalephen, die Polypen, die Magenthiere (Infusorien) und die Spongozoen oder Meerschwämme.

Erste Klasse. Die Sternthiere (Echinodermata).

§. 623. Die Sternthiere oder Echinodermen (Fig. 134 u. 161) sind strahlige Thiere, deren Haut dicht und oft durch ein festes Skelet unterstützt wird (Fig. 447), und deren innerer Bau sehr complicirt ist. Sie kriechen auf dem Grunde des Wassers und sind gewöhnlich zu diesem Zweck mit einer Menge kleiner retraktiler Fühler besetzt, die durch die Poren ihrer Bedeckungen hindurchgehen und an ihrer Spitze wie Saugnäpfe wirken. Bei den meisten dieser Zoophyten (z. B. bei den Holothurien und den Seeigeln) hat die Verdauungshöhle die Form eines an seinen beiden Enden offenen Schlauches; dagegen besteht sie bei andern (den Seesternen) bloß in einem Sack, der mit mehr oder weniger verzweigten Anhängseln besetzt ist und mit der Außenwelt durch eine einzige Oeffnung, die als Mund und After zugleich funktionirt, in Communikation steht. Die Echinodermen besitzen einen ziemlich entwickelten Circulationsapparat und haben unter allen Zoophyten die complicirteste und vollkommenste Organisation. Sie leben im Meere und bilden drei Hauptgruppen, nämlich: die Holothurien (Holothuriæ) (Fig. 161), die Seeigel (Echini) (Fig. 447) und die Seesterne (Asterida) (Fig. 134).

Die Holothurien sind hinsichtlich ihres Respirationsapparates merkwürdig; dieser ist aus häutigen Röhren zusammengesetzt, die sich wie ein Baum verzweigen und in ihr Inneres durch die Vermittlung eines Kloaks und des Afters Wasser aufnehmen.

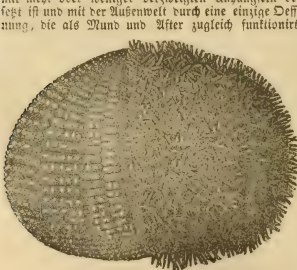


Fig. 447. Echinus esculentus. *

* Auf der linken Seite sind die Stacheln weggenommen worden.

Zweite Klasse. Die Seequallen (Acalephæ).

§. 624. Die Seequallen oder Acalephen sind weiche Thiere von einer gallertartigen Consistenz, welche immer im Meere herumschwimmen und wesentlich zum Schwimmen organisirt sind. Sie haben nicht, wie die Sternthiere, eine von den darunter liegenden Theilen unterschiedene Haut, noch haben sie eine die Eingeweide einschließende Höhle; ihre Organisation und inneren Organe bestehen beinahe einzig und allein in einem Magen, der in der Regel unmittelbar bloß durch einen Mund nach außen tritt und Kanälen die Entstehung gibt, die sich an die verschiedenen Leibestheile begeben und sich darin oft in der Art verzweigen, daß dadurch ein Gefäßsystem gebildet wird.

Die bekannteste Familie aus dieser Klasse bilden die Medusen (Medusidæ) (Fig. 448), welchen man

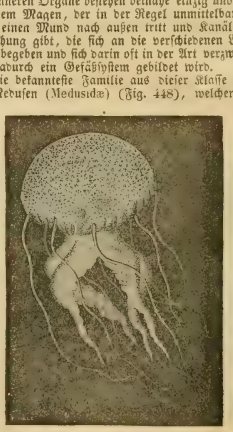


Fig. 448. Medusa.

die Rhizostomen (Rhizostomidæ) (Fig. 162) anreiht, die so häufig an unsern Küsten vorkommen und wegen der eigenthümlichen Einrichtung ihres Verdauungsapparates interessant sind; denn der Magen steht nicht, wie gewöhnlich, mittelst eines centralen zwischen der Basis der Fühler liegenden Mundes, sondern mittelst

vieler kleinen durch die Poren an dem freien Ende der Anhängsel endigenden Kanälen mit der Außenwelt in Verbindung. Zu diese Klasse bringt man auch die Beroiden, welche wie kleine Ballonen aussehen; ferner die Cestoiden, welche die Form eines langen gallertartigen Bandes haben, und endlich die Blasenquallen (Physophoridæ), welche wie eine Blumen- oder Früchtenguirlande aussehen.

Dritte Klasse. Die Polypen (Polypi).

§. 625. Unter diesem Namen vereinigt man gewöhnlich die Bryozoen, deren wir schon bei der Abhandlung der Mantelthiere (§. 621) Erwähnung thaten, und die eigentlichen Polypen, die einen ganz verschiedenen und weit nicht so vollständigen Bau zeigen. Diese Thiere sind walzenförmig, weich und an ihrem einen Ende durch einen centralen Mund durchbohrt, welcher von mehr oder weniger zahlreichen und vibrirenden Wimpern beraubten Fühlern umgeben ist (a, Fig. 449). Diese Oeffnung vertritt auch zugleich

Fig. 449. Armpolyp (Hydra).

die Stelle des Afters und führt entweder unmittelbar oder durch die Vermittlung einer häutigen Röhre in eine große Höhle, die den ganzen Körper einnimmt, sich oben im Innern der Fühler fortsetzt und die an seine Wandungen gehefteten Eierstöcke einschließt. Das untere Ende des Polyps ist so beschaffen, daß sich das Thier damit an fremde Gegenstände festheften kann; die Haut verhärtet gewöhnlich größtentheils und bildet alsdann eine hornige oder kalkige Hülle, die eine Aehnlichkeit mit den schon erwähnten Zellen der Bryozoen haben. Die eigentlichen Polypen gleichen den Mantelthieren auch hinsichtlich ihrer Fortpflanzungsweise; denn die meisten vermehren sich nicht nur durch Eier, sondern auch durch Knospen (Gemmen), die an verschiedenen Theilen aus der Oberfläche ihres Leibes hervorsprossen und sich niemals davon ablösen. Auf diese Weise bleiben die verschiedenen Generationen gleichsam über einander gepfropft und bilden mehr oder weniger große Massen, in welchen alle Individuen einer und derselben Race bis zu einem gewissen Grade ein gemeinschaftliches Leben führen.

Der gewissermaßen verknöcherte Theil der Deckhülle dieser Polypen bietet mannigfaltige Formen dar und bildet bald Röhren, bald Zellen. Man hat sie eine Zeitlang blos als die Wohnung der Polypen betrachtet, welche sich dieselbe bauen würden, und hat sie Polypenstock genannt. Bisweilen besitzt jeder Polyp einen besondern Polypenstock; gewöhnlich aber ist es der einer Masse zusammengehäufter Polypen gemeinsame Theil, welcher die Eigenschaften, die diesen Körpern eigenthümlich sind, darbietet, und es bilden sich auf diese Weise zusammengehäufte Polypenstöcke, deren Volumen außerordentlich groß werden kann, obgleich jeder seiner Bestandtheile nur sehr geringe Dimensionen hat.

§. 626. So kommt es nun, daß Polypen, die nur einige Zoll lang sind, in den verschiedenen Meeren ganze Riffe und Inseln erheben. Wenn sie sich in die ihrer Entwicklung günstigen Umstände befinden, so greifen einige Thiere aus dieser Klasse so gewaltig um sich, daß sie ganze Felsenketten oder unermeßlich große unterseeische Bänke bedecken und mit der steinigen Substanz ihrer über einander gehäuften Stöcke Massen bilden, deren Ausdehnung durch die

Fig. 450. Sertularia.

Entstehung neuer Individuen aus den schon vorhandenen unaufhörlich zunimmt. Die feste Hülle jeder Polypencolonie bleibt nach dem Tode dieser kleinen Baumeister unverletzt und dient zur Basis für die Entwicklung anderer Korallenstöcke, bis diese lebenden Felsen die Oberfläche des Wassers erreicht haben; denn alsdann können diese kleinen Thiere nicht mehr darin leben, und der durch ihre Trümmer gebildete Boden hört auf, sich zu erheben. Aber bald nachher wird die der Einwirkung der Atmosphäre ausgesetzte Oberfläche dieser Korallenmassen der Sitz einer neuen Reihe von Phänomenen; denn Saamenkörner, die durch die Winde niedergelegt oder durch die Meereswogen hergespült wurden, keimen darauf und bedecken sie mit einem üppigen Pflanzenwuchs, so daß endlich die Kammern der beinahe mikroskopisch kleinen

Fig. 451. Polopen (die Veretille).

Zoophyten bewohnbare Inseln werden. Im stillen Ocean begegnet man einer Menge Riffe und Inseln, die keinen andern Ursprung haben. Sie scheinen im Allgemeinen einen Krater von irgend einem erloschenen Vulkane zur Basis zu haben, denn sie haben fast immer eine kreisrunde Form und stellen im Mittelpunkt eine Lagune dar, die nach außen durch einen einzigen, engen Kanal communicirt: man kennt solche, die mehr als zehn französische Meilen im Durchmesser haben.

§. 627. Beinahe alle Polypen bewohnen das Meer; doch findet man sie auch in süßen Wassern. Solche Polypen, deren Stock bloß fleischig oder hornig ist, sind unter allen Breitegraden verbreitet, aber nur in den Meeren heißer Klimaten findet man die Polypen mit steinigen Stöcken in beträchtlicher Menge.

Manchmal setzen die zusammengehäuften Polypen im Innern des gemeinsamen Gewebes, das sie mit einander verbindet, eine hornige oder kalkige Substanz nieder, die einen innern Stamm bildet und sich wie ein Baum in dem Maße verästelt, als die belebte Masse neue Zweige treibt. Auf diese Weise bildet sich die unter dem Namen Koralle (Fig. 164) bekannte steinige Substanz, die so häufig zu Schmucksachen verarbeitet und deren Fischerei so stark an den Küsten von Algier betrieben wird.

In diese Abtheilung des Thierreichs muß man die Seeanemonen oder Meernesseln (Actiniae) (Fig. 143), die einen fleischigen Körper haben und in großer Anzahl an den Felsen unserer Meeresküsten gesehen werden; ferner die Caryophyllia und Astraea, die mehr als alle andern zur Bildung der Korallenriffe beitragen; sodann die rothe Koralle (Corallium) (Fig. 164), die Röhrenpolypen (Sertularinae) (Fig. 450), die nur eine hornige Scheide hat, die Veretilla (Fig. 451), die nicht am Boden festsitzen, sondern einfach mit dem einen Ende ihres gemeinsamen Stammes im Sande stehen, und endlich die schon (§. 347) erwähnten Armpolypen (Hydrae) einreihen.

Vierte Klasse. Die eigentlichen Infusorien (Infusoria).

§. 628. Diese Thierchen, die man bloß mit Hülfe eines Mikroskopes wahrnehmen kann, und die sich oft in großer Menge in solchem Wasser entwickeln, das Ueberreste von organischen Körpern enthält, sind bis auf die neuere Zeit mit den ganz anders gebauten Räderthieren (§. 591), in eine und dieselbe Klasse zusammen geworfen worden. Ihr bald runder bald länglicher Leib ist nicht selten mit kleinen Wimpern besetzt und bietet in seinem Innern gewöhnlich sehr viele kleine Höhlen dar, welche Mägen zu sein scheinen. Diese Mägen sehen wie kleine Bläschen aus und scheinen um einen Kanal herum gruppirt zu sein, welcher an seinen beiden Enden nach außen tritt (Fig. 167); manchmal scheinen sie gänzlich isolirt zu sein, und diejenigen, die sich diese kleinen Thierchen zum speciellen Gegenstand ihrer Forschung über die Existenz einer unmittelbaren Communikation zwischen ihrer Höhle und der Außenwelt gemacht haben, sind nicht mit einander einig. Die Art und Weise, wie sich diese Infusorien fortpflanzen, ist der Gegenstand vieler Nachforschungen gewesen; auch sind sehr viele Naturforscher der Meinung, daß sie sich unmittelbar durch die Zerlegung der Stoffe bilden, aus denen die Blätter, das Muskelfleisch und andere organisirte Körper zusammengesetzt sind; doch ist diese Entstehungsart noch lange nicht hinreichend erklärt, auch weiß man, daß sie wenigstens in gewissen Fällen auseinander entstehen. Uebrigens steht ihre Fortpflanzungsweise mit der Einfachheit ihres Baues in Uebereinstimmung: es vermehren sich diese eigenthümlichen Geschöpfe durch Theilung ihres Leibes in zwei oder mehrere Stücke, wovon ein jedes zu leben fortfährt und bald ein neues dem ersteren ähnliches Individuum wird.

Sie sind sehr verschiedenartig gestaltet, daher theilt man sie auch in mehrere Gattungen, unter welchen wir die Walzenthierchen (Enchelia) mit einem länglichen Leib (m, Fig. 167), die Kugelthierchen (Volvocina), die einen Kugelgestalt zeigen und sich beständig um sich selbst drehen, und die Punktthierchen (Monadina) (l, Fig. 167), die kleinen Punkten gleichen, die eine kreiselnde Bewegung im Wasser machen, anführen wollen. Der Gegenwart von Myriaden, einer besondern Species dieser kleinen Monaden, deren Leib roth gefärbt ist, verdankt das Wasser der salzigen Sümpfe die blutrothe Farbe, welche dasselbe zuweilen zeigt.

Fünfte Klasse. Die Spongozoen oder Meerschwämme.

§. 629. Die Meerschwämme (Fig. 166) und die andern auf eine analoge Weise gebauten Körper zeigen die hervorspringendsten Charaktere der Thierheit nur in ihrer frühen Jugend, und gleichen später weit eher formlosen Vegetabilien als gewöhnlichen Thieren. Bei ihrer Entstehung gleichen diese sonderbaren Geschöpfe gewissen Infusorien; ihr Leib ist rund und überall mit vibrirenden Wimpern besetzt, mit deren Hülfe sie im Wasser schwimmen: in dieser Beziehung gleichen sie auch den Larven verschiedener Polypen, in dem Momente, wo sie aus den Eiern kriechen; aber bald befestigen sich die jungen Meerschwämme an irgend einen Gegenstand, werden ganz unbeweglich, geben kein Zeichen von einer Empfindung und Zusammenziehbarkeit mehr von sich und verunstalten sich durch ihre Vergrößerung vollständig. Die Gallertsubstanz ihres Leibes ist voll von Löchern und Kanälen, durch welche das Wasser unaufhörlich eindringt; auch entwickelt sich im Innern eine Menge hornartiger Fäden und bald Kalk- bald Kieselspickeln, die bündelförmig einander durchkreuzen und eine Art Skelet bilden. Endlich sieht man zu gewissen Jahreszeiten in der Substanz dieser formlosen Massen eioder kugelrunde Körperchen sich entwickeln, welche in die vorhin erwähnten Kanäle fallen, und welche durch die Wasserströmungen, die durch dieselben immerwährend hindurch gehen, nach außen mit fortgerissen, jene Art Larven (oder erzeugende Körper) bilden, welche die weiter oben erwähnte Fähigkeit der Ortsbewegung besitzen.

Man kennt sehr viele Spongozoen; die meisten gehören den Meeren heißer Regionen an, doch bewohnen auch mehrere die Felsen unserer Meeresküsten. Diejenigen, welche eine so häufige Anwendung in unsern Haushaltungen finden, zeichnen sich durch eine gänzlich hornige Beschaffenheit und die Elastizität der Fäden aus, woraus ihr festes Gewebe besteht: eine Art davon ist der gemeine Waschschwamm (Spongia communis L.), der sich häufig im mittelländischen Meere findet; eine andere, der sogenannte gemeine Badeschwamm (Spongia usitatissima) ist den amerikanischen Meeren eigen. Diese beiden Arten von Schwämmen sind ein wichtiger Handelsgegenstand geworden. Um sie zu dem Gebrauch, für den man sie bestimmt, zurecht zu machen, hat man weiter Nichts nöthig, als daß man sie tüchtig auswäscht, um dadurch ihr hornigtes Skelet von der thierischen Substanz, womit sie im natürlichen Zustand bedeckt ist, zu reinigen.

Von der geographiſchen Vertheilung der Thiere.

§. 630. Wenn wir eine allgemeine Vorſtellung von dem Thierreich erhalten wollen, ſo dürfen wir nicht bloß die Haupterſcheinungen kennen, durch welche ſich bei dieſen belebten Weſen das Leben offenbart, und nicht bloß ihren Bau und den Vorgang ihrer Verrichtungen betrachtet haben, ſondern wir müſſen auch unſern Blick auf die Art und Weiſe wenden, wie die Thiere auf der Erdoberfläche vertheilt ſind, und den Einfluß kennen zu lernen ſuchen, welchen die verſchiedenen Umſtände, in denen zu leben ſie berufen ſind, auf ſie ausüben.

§. 631. Wenn wir unſere Aufmerkſamkeit auf die Art und Weiſe hinlenken, womit die Thiere um uns her verbreitet ſind, ſo fällt uns zuerſt der Unterſchied der Medien auf, in denen ſie ſich aufhalten. Die einen leben, wie Jedermann weiß, immer im Waſſer und ſterben augenblicklich, wenn man ſie aus dieſer Flüſſigkeit nimmt; die andern können nur in der Luft beſtehen und gehen beinahe ſogleich zu Grunde, wenn ſie derſelben entzogen werden; die einen ſind auch in der That nur dazu beſtimmt, die Gewäſſer zu bevölkern, während die andern auf dem Lande zu leben haben; und wenn man dieſe Waſſer- und Landthiere ſowohl in phyſiologiſcher als anatomiſcher Hinſicht mit einander vergleicht, ſo entdeckt man wenigſtens zum Theil die Urſachen dieſer Unterſchiede.

Als wir uns mit der Reſpiration beſchäftigten, haben wir von einer conſtanten Beziehung geſprochen, die zwiſchen der Wirkſamkeit dieſer Funktion und der Lebenskraft beſtehe. Wir haben geſagt, daß die Thiere in einer gegebenen Zeit eine gewiſſe Menge Sauerſtoff verzehren, die um ſo beträchtlicher iſt, je lebhafter ihre Bewegungen ſind und je raſcher ihre Ernährung vor ſich geht: nun können ſie dieſen Sauerſtoff nur in ſolchen Flüſſigkeiten nehmen, wovon ſie umgeben ſind, und in einem Liter (= $50^{1}/_{10}$ Cubikzoll) atmoſphäriſcher Luft ſind 208 Cubikcentimeter von dieſem belebenden Princip, während in einem Liter Waſſer gewöhnlich nur ungefähr 13 Centimeter darin aufgelöst gefunden werden. Es iſt alſo evident, daß der Grad der Thätigkeit in der Reſpirationsfunktion, die nothwendig mit ſolchen Fähigkeiten zuſammenhängt, die den höheren Thieren eigen ſind, weit leichter in der Luft als im Waſſer erreicht werden kann, und daß ſchon wegen dieſer einzigen Verſchiedenheit der Aufenthalt in dieſer letzteren Flüſſigkeit allen in der Thierreihe höher ſtehenden Weſen unterſagt ſein muß. Man begreift auch in der That leicht, daß ein Thier, das zu ſeiner Exiſtenz in jedem Augenblick eine beträchtliche Menge Sauerſtoff aufzunehmen nöthig hat, denſelben nicht in genügender Menge findet, wenn es in Waſſer getaucht wird, und daher durch Aſphyxie zu Grunde gehen muß. Dagegen erklärt man ſich anfangs weniger leicht den Grund, warum ein Waſſerthier nicht zu leben fortfahren kann, wenn man es dem Waſſer entzieht und in die atmoſphäriſche Luft bringt, da man ihm doch alsdann ein an Sauerſtoff reicheres Fluidum verſchafft, als es die Flüſſigkeit iſt, deren belebende Wirkung allen ſeinen Bedürfniſſen entſprach. Es gibt jedoch verſchiedene Umſtände, die uns bis auf einen gewiſſen Grad über dieſe Erſcheinung Aufſchluß geben. So lehrt uns z. B. die Phyſik, daß ein ſorgfältig in der Luft und im Waſſer gewogener Körper in dieſer letzteren Flüſſigkeit leichter iſt, als in der erſteren, und daß, um denſelben im Gleichgewicht zu erhalten, es alsdann eines Gewichtes bedarf, das mit demjenigen equivalent iſt, das ſeine Schwere in der Luft darbietet, weniger das Gewicht der verdrängten Waſſermaſſe. Daraus ergibt ſich, daß Thiere, deren Gewebe zu weich ſind, als daß ſie ſich in der Luft von ſelbſt in ihrer natürlichen Lage erhalten könnten, und darin ſo ſehr zuſammenſinken, daß ſie ſich zur Erfüllung ihrer Funktionen in dem Organismus nicht mehr eignen, dennoch ſehr gut mitten im Waſſer leben können, wo dieſelben Gewebe, die nicht viel dichter ſind, als die umgebende Flüſſigkeit, nur eines ſehr ſchwachen Widerſtandes bedürfen, um ihre Formen zu erhalten und die verſchiedenen Körpertheile vor Einſinken zu verhindern. Dieſe einzige Betrachtung könnte uns ſchon erklären, warum gallertartige Thiere, z. B. die Infuſorien und die Meduſen, nothwendig in das Waſſer verwieſen ſind; denn wenn man eines dieſer zarten Weſen, ſolange ſie ſich noch in Waſſer getaucht finden, beobachtet, ſo ſieht man, daß alle ſeine Theile, ſelbſt die dünnſten, ſich in ihrer normalen Lage erhalten und ſie mit Leichtigkeit in dem umgebenden Medium herumſchwimmen; daß aber ſein ganzer Körper zuſammenſinkt und dem Auge bloß noch eine formloſe und verworrene Maſſe darbietet, ſobald man es dieſer Flüſſigkeit entzieht. Der Einfluß der

Dichtigkeit des umgebenden Mittels auf den Mechanismus der zum Leben gehörenden Werkzeuge läßt sich auch bei vollkommener gebauten Thieren bemerken, deren Respiration aber noch in baumartig oder federbuschförmig verästelten häutigen Anhängseln vor sich geht. So setzen sich z. B. bei den Anneliden und selbst bei den Fischen die Kiemen aus dicht gedrängten Fasern zusammen, welche sich im Wasser leicht in ihrer natürlichen Lage erhalten und auf diese Weise dem Fluidum, das eingeathmet werden soll, dahin zu gelangen und an allen Punkten ihrer Oberfläche sich zu erneuern gestatten; dagegen sinken in der Luft diese nämlichen häutigen Fasern durch ihr eigenes Gewicht zusammen, und schließen schon dadurch den Sauerstoff von dem größeren Theil des Respirationsapparates aus. Die Folge davon ist, daß diese Funktion alsdann gehemmt wird und das Thier in der atmosphärischen Luft durch Asphyxie sterben muß, während es im Wasser Alles das fand, was es zu einer freien Respiration nöthig hatte. Um sich von der Wichtigkeit dieser Variationen in dem physischen Zustand der entweder in der Luft oder im Wasser befindlichen Organe zu überzeugen, braucht man sich bloß an das zu erinnern, was bei unsern anatomischen Sectionen vor sich geht; z. B. ein Anatome, der die Struktur eines sehr zarten Theiles untersuchen wollte, vermöchte dies nur schwierig, wenn er seine Section im Trockenen vornehmen würde; wenn er dagegen den Gegenstand seiner Untersuchung ins Wasser legt, so gelingt es ihm weit leichter, alle Theile desselben zu unterscheiden, weil dieselben gleichsam durch das Wasser in ihrer natürlichen Lage erhalten und alsdann auch ihre natürlichen Beziehungen so beibehalten, wie wenn sie ein festes und steifes Gewebe besäßen. Ein anderer, gleichfalls auf die Möglichkeit des Lebens in der Luft oder im Wasser sich beziehender Umstand ist die Verdunstung, welche immer an der Oberfläche der in der Luft befindlichen organischen Körper vor sich geht, nicht aber im Wasser stattfindet. Ein gewisser Grad von Vertrocknung wirkt, daß alle organischen Gewebe die sie charakterisirenden physischen Eigenschaften verlieren, und man bemerkt immer, wie die durch Verdunstung herbeigeführten Verluste den Tod der Thiere zur Folge haben, wenn diese Verluste gewisse Gränzen überschreiten. Es geht daraus hervor, daß solche Wesen, deren Organisation sich nicht vor den schädlichen Wirkungen einer solchen Verdunstung verwahren kann, bloß im Wasser zu leben vermögen, und in der Luft schnell umkommen. Der thierische Leib kann nun diesem Bedürfniß nur mit einer sehr zusammengesetzten Struktur entgegenkommen. Und in der That, wenn die Respiration sehr lebhaft sein soll, so muß alsdann die Respirationsoberfläche tief unten in irgend einer innern Höhle liegen, wo sich die Luft nur in dem Maße erneuert, als es zum Leben nothwendig ist. Damit diese Erneuerung gesichert sei, wird der Respirationsapparat aus hiezu geeigneten Bewegungsorganen zusammengesetzt sein müssen; um der Vertrocknung irgend eines Theiles der Körperoberfläche zu begegnen, wird auch die Vertheilung der Flüssigkeiten in den verschiedenen Körpertheilen leicht vor sich gehen und eine lebhafte Circulation bestehen, oder es wird diese Oberfläche von einer kaum durchdringbaren Haut bedeckt sein müssen. Dies ist auch wirklich der Fall, denn selbst bei den Fischen, wo sich eine sehr vollständige, aber langsame Respiration findet, und wo das Capillargefäßnetz nicht sehr dicht ist, tritt der Tod in Folge der Betrocknung eines Körpertheils, z. B. des Schwanzes, schnell ein, selbst wenn auch nur dieser Theil der Luft ausgesetzt ist und der ganze übrige Leib in Wasser getaucht bleibt.

Wir fügen hier noch die Bemerkung bei, daß im Wasser die Ernährung mit Greif- und Bewegungsorganen möglich ist, die weniger vollkommen als in der Luft sind, wo die Herbeischaffung der fremden Stoffe, die das Thier bedarf, schwieriger zu bewerkstelligen ist. So ist in allen wesentlicheren Beziehungen das Leben weit leichter im Wasser zu unterhalten, als auf der Erdoberfläche; denn es macht die Atmosphäre zusammengesetzere und vollkommenere physiologische Werkzeuge nothwendig; auch ist das Wasser wirklich das natürliche Element der in der Thierreihe am tiefsten stehenden Geschöpfe; und wenn die Produktionen der Schöpfung in derselben Ordnung vor sich gingen, wie die Uebergangszustände, durch welche jedes Thier während seiner Entwicklungsperiode hindurch muß, so kann man daraus schließen, daß die belebten Wesen zuerst im Wasser erschienen sein werden — ein Resultat, das mit den Beobachtungen der Geologen und den Erzählungen der heiligen Schrift übereinstimmt.

Auf diese Art kann sich der Physiologe von der Vertheilungsweise der Thiere in den beiden geologischen Elementen, in welche die Erdoberfläche getheilt ist, Rechenschaft geben; doch sind diese Fundamentalunterschiede noch nicht die einzigen, welche man in der geographischen Vertheilung der belebten Wesen beobachtet. Wenn ein mit der Fauna seines Landes vertrauter Naturforscher entfernte Regionen besucht, so sieht er in dem Maße, als er vorwärts schreitet, die Erde mit Thieren bevölkert, die seinen Augen neu sind, sodann diese Arten wieder verschwinden, um andern ihm gleichfalls unbekannten Arten Platz zu machen.

Verläßt er Europa und landet er z. B. im südlichen Afrika, so wird er nur eine kleine Anzahl finden, die den europäischen ähnlich sind, und er wird besonders den grobohrigen Elephanten, das Hippopotamus, das zweigehörnte Rhinoceros, die Giraffe, zahlose Truppen von Antilopen, das Zebra; ferner den Büffel vom Cap, dessen Hörner mit ihrer breiten Basis die ganze Stirne bedecken, den Löwen mit schwarzer Mähne, den Schimpansiee, der unter allen Thieren dem Menschen am meisten gleicht, den Pavian, besondere Geierarten, eine Menge in Europa unbekannter Vögel mit prachtvollem Gefieder, endlich Insekten, die gleichfalls von denen des Nordens verschieden sind, z. B. die so fatalen Termiten, die in zahlreichen Gesellschaften beisammen leben und aus Erde sehr interessant eingerichtete gemeinsame und bedeutend hohe Wohnungen bauen, sehen.

§. 632. Wenn unser Zoologe das Cap der guten Hoffnung verläßt und in das Innere der großen Insel Madagaskar dringt, so wird er darin gleichfalls eine verschiedene Fauna finden. Er wird hier keines der großen vierfüßigen Thiere bemerken, die er in Afrika gesehen hat, und die Familie der Affen wird durch andere Säugethiere ersetzt sein, die gleichfalls sehr gut auf den Bäumen herumkletern, die aber mehr den reißenden Thieren gleichen und Makis genannt werden; er wird daselbst dem sogenannten madagaskarischen Eichhörnchen, eines der sonderbarsten Thiere, begegnen, das der Gegenstand einer Art Verehrung von Seiten der Bewohner der Insel Madagaskar geworden ist und die Mitte zwischen dem Affen und dem gemeinen Eichhörnchen hält; ferner wird er daselbst finden: die Teurets (Centeces), kleine insektenfressende Säugethiere, die wie unsere Igel einen stacheligen Rücken haben, die sich aber nicht kugelförmig zusammenrollen; das Chamäleon mit gespaltener Nase und mehrere interessante Reptilien, die man sonstwo nicht findet, so wie auch Insekten, die für diese Gegend nicht wenig bezeichnend sind.

§. 633. Verfolgt unser Reisende seinen Weg weiter und kommt er in Indien an, so wird er daselbst einen Elephanten sehen, der von dem afrikanischen verschieden ist; er wird auf Ochsen, Bären, Rhinoceros, Antilopen, Hirsche ꝛc. stoßen, die gleichfalls von den

europäischen und afrikanischen abweichen; er wird daselbst den Orang-Utang und eine Menge in diesen Gegenden einheimischen Affen, ferner den Königstiger, den Argus, den Pfau, Fasanen und eine beinahe zahllose Menge sonstwo unbekannter Vögel, Reptilien und Insekten bemerken.

§. 634. Besucht er hierauf Neuholland, so wird ihm auch hier Alles neu vorkommen, es wird ihm diese Fauna noch fremdartiger erscheinen, als die der verschiedenen zoologischen Bevölkerungen, welche bis daher an seinem Blick vorübergegangen sind. Er wird daselbst nicht mehr unsern Ochsen, Pferden, Bären und unsern großen Fleischfressern ähnliche Arten finden; die großen vierfüßigen Thiere werden hier sogar ganz fehlen und er wird dafür Känguru's, fliegende Eichhörnchen und Schnabelthiere antreffen.

§. 635. Durchschreitet endlich unser Reisende den weiten Continent von Amerika, um in sein Vaterland zurückzukehren, so wird er daselbst eine Fauna entdecken, die mit der von der alten Welt eine Aehnlichkeit hat, die aber beinahe ganz aus verschiedenen Arten zusammengesetzt ist; er wird daselbst Affen mit einem Rollschwanz, große Fleischfresser, die unsern Löwen und Tigern ziemlich ähnlich sind; ferner Auerochsen, Lama's, Faultiere und endlich Vögel, Reptilien und Insekten sehen, die gleich merkwürdig und neu für ihn sind.

§. 636. Nicht weniger große Verschiedenheiten bemerkt man bei den den verschiedenen Regionen des Erdballs eigenen Thierarten, wenn man, anstatt sich an der Beobachtung der Landbewohner zu halten, die Milliarden belebter Wesen, welche in den Gewässern leben, untersucht. Wenn man von den Küsten Europas nach dem indischen Ocean hinschifft, und von diesem letzteren zu den amerikanischen Meeren so begegnet man auf jedem dieser Meeresstriche besonderen Fischen, Mollusken, Crustaceen und Zoophyten. Diese Cantonirung der verschiedenen Species von Wasser- und Landthieren ist so stark ausgesprochen, daß ein nur wenig geübter Naturforscher schon auf den ersten Blick den Ursprung der zoologischen Sammlungen erkennen kann, die man in den einen oder andern der großen geographischen Abtheilungen des Erdballs gewonnen. Die Fauna jeder dieser Abtheilungen bietet ein besonderes Aussehen dar und kann ohne Schwierigkeit durch die Gegenwart gewisser mehr oder weniger merkwürdiger Arten charakterisirt werden

637. Die Naturforscher haben über diese Vertheilungsweise der Thiere auf der Erdoberfläche mehrere Hypothesen aufgestellt; es ist aber bei dem gegenwärtigen Stand der Wissenschaft unmöglich, eine genügende Erklärung davon zu geben, wofern man nicht zugibt, daß bei der Schöpfung die verschiedenen Arten in verschiedenen Regionen entstanden sind, daß sie sich allmählig ausgebreitet und alsdann einen mehr oder weniger großen Theil der Erdoberfläche eingenommen haben. Es setzt auch in der That die Gegenwart eines besondern Thieres in einen begrenzten Ort des Erdballs nothwendig voraus, daß wenn dieses Thier nicht sonstwo angetroffen wird, es dieser Stelle ursprünglich angehört, oder auch daß es von einer mehr oder weniger entfernten Gegend dahin gewandert ist und daß es da, wo die Wiege seiner Race war, d. h. genau an der Stelle, wo nach aller Wahrscheinlichkeit alle zu seiner Existenz günstigen Umstände sich vereinigt finden mußten, völlig untergegangen ist. Dieser letzteren Hypothese steht Nichts entgegen, dagegen widerstreitet es dem gesunden Menschenverstande, wenn man glaubt, daß ursprünglich ein und dasselbe Land z. B. das Pferd, die Giraffe, den Auerochsen und das Känguruh entstehen sah, daß aber alsdann diese Thiere, ohne daselbst Spuren von ihrer Uebersiedelung hinterlassen zu haben, dasselbe verlassen hätte, um sich wo anders niederzulassen, z. B. das eine in den Steppen von Mittelasien, ein anderes im Innern von Afrika, ein drittes in Amerika und noch ein anderes auf den großen Inseln Australiens. Es ist weit natürlicher, wenn man annimmt, daß jede Species bei ihrer Entstehung durch den Urheber aller Dinge in diejenige Gegend gesetzt wurde, wo sie für immer zu leben bestimmt war, und daß die verschiedenen Thiere, indem sie aus einer gewissen Anzahl dieser Mittelpunkte besonderer Schöpfungen ausgingen, sich in der ganzen Ausdehnung des Erdtheils ausgebreitet haben, der jetzt den Bezirk einer jeden Gattung bildet. bei dem gegenwärtigen Zustand der Erde ist es uns unmöglich, alle diese zoologischen Mittelpunkte zu erkennen, denn man begreift die Möglichkeit so vielfältiger Austauschungen zwischen zwei Regionen, deren Faunen ursprünglich verschieden waren, so daß sie gegenwärtig nur Arten zeigen können, die der einen und der andern gemeinschaftlich angehören, und nichts wird alsdann dem Auge des Naturforschers verrathen, daß sie ursprünglich abgesondert waren; wenn aber eine Gegend von einer beträchtlichen Anzahl Arten, die man sonstwo nicht sieht, selbst da nicht, wo die örtlichen Verhältnisse ganz ähnlich sind, bevölkert sein wird, so wird man zu der Annahme berechtigt sein, daß diese Gegend der Schauplatz einer besondern zoologischen Schöpfung gewesen ist, und man wird sie als eine besondere Region betrachten müssen.

Die Frage, die sich der Naturforscher vorzulegen hat, ist also nicht die, woher es komme, daß die verschiedenen Gegenden der Erde heutzutage von verschiedenen Arten bewohnt sind, sondern vielmehr die, wie sich die Thiere so weit auf der Erdoberfläche ausbreiten konnten und wie die Natur dieser Ausbreitung je nach den verschiedenen Arten verschiedene Grenzen gesetzt habe. Diese letztere Frage stellt sich besonders dann vor unsern Geist, wenn wir sehen, wie ungleich die Ausdehnung des von diesem oder jenem belebten Wesen gegenwärtig eingenommenen Bezirks ist: so findet sich z. B. der Orang-Utang auf die Insel Borneo und in die benachbarten Ländern verwiesen; der nordamerikanische Bisamstier auf den nördlichsten Theil Amerika's, und das Lama auf die höchsten Regionen von Peru und Chile beschränkt, während sich die wilde Ente überall zeigt, von Lappland bis zum Cap der guten Hoffnung, und von den vereinigten Staaten Nordamerika's bis China und Japan.

Die Umstände, welche die Zerstreuung der Arten begünstigen, sind zweierlei Art, die einen beziehen sich auf die Natur des Thieres selbst, die andern auf Ursachen, die demselben fremd sind. Als einen Umstand der ersten Art müssen wir zuerst die Entwicklung der bewegenden Kraft bezeichnen: solche Arten, die am Boden befestigt leben oder welche nur unvollkommene Werkzeuge für die Ortsbewegung besitzen, nehmen nur einen sehr begrenzten Theil der Erdoberfläche ein, verglichen mit denjenigen Arten, deren Ortsbewegungen rasch und energisch sind; auch sind wirklich die Vögel diejenigen Landthiere, welche die meisten kosmopolitischen Arten darbieten, so wie es unter den Wasserthieren die Cetacen und Fische sind. Dagegen sind die meisten Reptilien in enge Grenzen eingeschränkt; dies gilt auch für den größten Theil der Mollusken und Crustaceen. Auch der Instinkt, der gewisse Arten bestimmt, zeitweise ein anderes Klima aufzusuchen, trägt zur Zerstreuung dieser Arten bei, und dieser Instinkt besteht, wie wir gesehen haben, bei einer großen Anzahl Thiere.

Unter den von dem Thiere unabhängigen und, so zu sagen, zufälligen Umständen, die zur Herbeiführung des nämlichen Resultates beitragen, wollen wir vor allen Dingen den Einfluß des Menschen anführen. Um eine genaue Vorstellung davon zu erhalten, wird schon eine kleine Anzahl Beispiele genügen. Das Pferd

ist in den Steppen des innern Asiens einheimisch, und es fand sich zur Zeit der Entdeckung Amerika's in der neuen Welt kein Thier dieser Art; erst die Spanier haben es zu einer Zeit dahin gebracht, die mehr als drei Jahrhunderte hinter uns liegt; nun besitzen nicht nur heutzutage die Bewohner dieses weiten Continents von der Hudsonebai bis zum Feuerland Pferde im Ueberfluß, sondern diese Thiere haben daselbst auch ihr wildes Leben wieder angenommen und kommen in fast unzähligen Truppen vor. Ebenso verhält es sich auch mit unserem zahmen Ochsen; von der alten auf die neue Welt verpflanzt, hat er sich dermaßen vermehrt, daß man im südlichen Amerika sehr starke Jagd auf ihn macht, bloß um sich zur Fabrikation des Leders die nöthigen Häute zu verschaffen. Der Hund ist überall der Begleiter des Menschen geworden, und noch müssen wir hier zur Zahl der (in unserem Gefolge) kosmopolitisch gewordenen Thiere die Ratte hinzufügen, die in Amerika einheimisch zu sein scheint, Europa im Mittelalter überschwemmt hat und sich jetzt sogar in Australien findet.

In einigen Fällen konnten die Thiere die scheinbar unübersteiglichen natürlichen Grenzen mittelst Umstände, die Anfangs sehr unbedeutend zu sein scheinen, z. B. durch die Bewegung eines Eisblocks oder eines Stück Holzes, das durch die Strömungen des Meeres oft auf sehr beträchtliche Entfernungen hinaus mit fortgerissen werden, überschreiten und sich auf einem mehr oder weniger großen Raum der Erdoberfläche ausbreiten; so ist z. B. nichts gewöhnlicher, als auf dem Meere auf hundert Meilen weite Entfernung vom Lande Fuguaarten zu begegnen, die auf der Oberfläche des Wassers umhergetrieben werden und kleinen Crustaceen zur Stütze dienen, welche für sich selbst unfähig sind, sich durch Schwimmen weit von den Küsten, wo sie ihren Ursprung genommen haben, zu entfernen. Der große Meeresstrom, welcher vom mexikanischen Meerbusen ausgehend längs der nordamerikanischen Küste bis zur Höhe von Terra-Nova hinaufsteigt, hierauf seine Richtung nach Island und Irland nimmt und zu den Azoren wieder herabsteigt, führt oft an die europäischen Küsten ganze Baumstämme, welche der Mississipi in den entlegensten Theilen der neuen Welt ausgerissen und ins Meer gestoßt hatte. Diese Holzstücke sind nun häufig von Insektenlarven durchbohrt und können auch Anhaltspunkte für die Eier der Mollusken, Fische u. s. w. abgeben. Aber auch die Vögel tragen zur Verbreitung der lebenden Wesen auf der Erdoberfläche, und zwar auf eine sehr eigenthümliche Weise bei, denn es geschieht oft, daß diese Thiere die verschluckten Eier nicht verdauen und sie in beträchtlichen Entfernungen von dem Orte, wo sie dieselben gefunden hatten, wieder von sich geben und so die Keime einer bis dahin in den Gegenden, wo sie dieselben niederlegen, unbekannte Race in die weite Ferne tragen.

Ungeachtet aller dieser Transportmittel und anderer zur weiteren Verbreitung der Arten günstigen Umstände gibt es nur sehr wenige wirkliche kosmopolitische Thiere; die meisten finden sich in ziemlich eng begränzten Bezirken. Uebrigens begreift man, daß es so sein muß, wenn man die Umstände prüft, die sich ihrem Fortschreiten entgegensetzen können. Dieses Studium ist aber noch weit entfernt, uns eine befriedigende Erklärung von allen Fällen einer begränzten Circonscription dieser oder jener Art zu geben, und oft können wir unmöglich errathen, warum gewisse Thiere an einem Orte verbleiben, wenn sich Nichts ihrer Verbreitung in den benachbarten Gränzen entgegensetzt.

§. 638. Es sei nun, wie es wolle, die Hindernisse an der geographischen Verbreitung der Thierarten sind bald ganz mechanisch, bald physiologisch; und unter den ersteren muß man zuerst die Meere und die hohen Gebirgsketten anführen. Für die Landthiere bilden auch in der That Meere von einer gewissen Ausdehnung gewöhnlich eine unübersteigbare Gränze und man sieht, daß bei sonst lauter gleichen Verhältnissen die Mischung der einen Fauna mit einer ganz andern immer um so inniger ist, je näher die Gegenden, denen sie angehören, an einander liegen oder je mehr sie durch dazwischen liegende Länder in Verbindung stehen. So verbindert z. B. der atlantische Ocean die in dem unter den Tropen liegenden Theil von Amerika einheimischen Arten sich in Afrika, Europa oder Asien zu verbreiten; daher ist die Fauna der neuen Welt von der der alten Welt vollständig verschieden, ausgenommen auf den höchsten Breitegraden gegen den Nordpol hin; denn hier nähern sich die Länder einander; Amerika ist hier von Asien bloß noch durch die Beringsstraße getrennt und findet sich mit dem nördlichen Europa durch Grönland und Island verbunden; daher konnte der zoologische Austausch hier leichter geschehen, und man findet auch wirklich solche Arten, die den beiden Welttheilen gemeinschaftlich angehören: dies sind z. B. der Eisbär, das Rennthier, der Biber, das Hermelin, der gemeine Falke (Wanderfalke), der weißköpfige Adler u. s. w. Auch die hohen Gebirgsketten bilden natürliche Schranken, welche oft die Ausbreitung der verschiedenen Arten aufhalten und die Vermischung einer Fauna mit der einer benachbarten Gegend verhindern. So sind z. B. die beiden Abhänge der Cordillerasgebirge von Thieraten bewohnt, die meistens ganz verschieden von einander sind; so weichen z. B. die Insekten der brasilianischen Region beinahe alle von denjenigen ab, die man in Peru und Neugranada findet.

Die Zerstreuung der an den Küsten lebenden Meeresthiere ist auf die gleiche Weise durch die geographische Gestaltung der Erde gehemmt: hier aber setzt sich bald eine lange Länderstrecke, bald eine weite Ausdehnung der hohen See einer weiten Verbreitung der Thierarten entgegen. So finden sich z. B. die meisten Thiere des mittelländischen Meeres auch in dem europäischen Theil des atlantischen, konnten aber nicht bis zu den indischen Meeren, von denen das mittelländische Meer durch die Landenge von Suez getrennt ist, gelangen und konnten den Ocean nicht weiter durchschreiten, um sich an den Küsten der neuen Welt auszubreiten.

§. 639. Die physiologischen Umstände, welche die verschiedenen Faunen zu begränzen streben, sind noch zahlreicher; aber der wichtigste ist unstreitig die ungleiche Temperatur der verschiedenen Regionen der Erde. Es gibt Thierarten, die gleich gut eine intensive Kälte und eine tropische Hitze ertragen können. Solche Beispiele sind der Mensch und der Hund. Dagegen gibt es andere, die hiezu von der Natur weniger begünstigt sind und nur unter dem Einfluß einer gemäßigten Temperatur gedeihen oder leben können. So sterben z. B. die Affen, die man in so großer Menge in den Tropenländern antrifft, beinahe immer an der Schwindsucht, wenn sie der Kälte und Feuchtigkeit unseres Klima's ausgesetzt sind; während das Rennthier, das recht wohl die strenge Kälte des langen Winters von Lappland erträgt, durch die Wärme von Petersburg leidet und gewöhnlich ziemlich schnell einer gemäßigten Temperatur unterliegt. Es geht daraus hervor, daß in sehr vielen Fällen die klimatischen Unterschiede an und für sich schon hinreichend sind, um die Thiere in ihrem Vorwärtsschreiten von den höchsten Breitegraden nach dem Aequator und wiederum von diesem nach den beiden Polen aufzuhalten. Der Einfluß der Temperatur auf die thierische Oekonomie erklärt uns auch, warum gewisse Arten in gewissen Bezirken auf einer Gebirgsfette bleiben, ohne sich in ähnlichen Lokalitäten weiter ausbreiten zu können; denn wir wissen, daß die Temperatur im Verhältniß der Erhebung über der

Meeresfläche abnimmt und daß daher solche Thiere, die auf bedeutenden Höhen leben, nicht in die tiefen Ebenen herabsteigen können, um zu andern Gebirgen zu gelangen, ohne Länder zu durchwandern, wo die Temperatur weit höher ist, als in ihrem gewöhnlichen Aufenthaltsort. So findet sich z. B. das Lama in großer Anzahl in den Triften von Peru und Chile in einer Höhe von ungefähr 4000 bis 5000 Meter über der Meeresfläche und in einer Ausdehnung gegen den Süden bis zum Ende von Patagonien; zeigt sich aber weder in Brasilien, noch in Mexiko, weil es nicht hätte dahin gelangen können, ohne zu Regionen herabzusteigen, die für seine Constitution zu warm sind.

Die Natur der schon in einer Region bestehenden Vegetation und Fauna influiren gleichfalls auf deren Besitznahme durch exotische Arten. So ist z. B. die Verbreitung des Seidenwurms durch das Verschwinden des Maulbeerbaums über einen gewissen Breitegrad begränzt; die Cochenille kann sich nicht über die Zone hinaus verbreiten, wo die Cactus wachsen, und die großen Raubthiere können, wenn sie nicht von Fischen leben, nicht in den Polargegenden vorkommen, wo die vegetabilische Produktion zu arm ist, um eine beträchtliche Anzahl vierhändiger Herbivoren zu ernähren.

§. 640. Wir können die Beispiele dieser Beziehungen, die zwischen der Existenz einer Thierart in irgend einem Orte und der Existenz gewisser klimatischen, physiologischen und zoologischen Bedingungen bestehen, leicht noch vermehren; indessen fehlt uns der Raum zu solchen Einzelheiten; auch scheinen uns die seitherigen Betrachtungen eine Vorstellung von der Art und Weise geben zu können, wie die Natur die Verbreitung der Thierarten auf den verschiedenen Punkten der Erdoberfläche bewerkstelligt hat. Um den Zweck zu erreichen, den wir uns beim Beginne dieses Gegenstandes vorsetzten, haben wir nur noch einen Blick auf die verschiedenen durch die bereits erwähnten Umstände herbeigeführten Resultate, d. h. auf den gegenwärtigen Zustand der geographischen Verbreitung der belebten Wesen zu werfen.

Wenn wir die verschiedenen Regionen der Erde unter der Beziehung ihrer zoologischen Bevölkerung mit einander vergleichen, so fällt uns sogleich die außerordentliche Ungleichheit in der Anzahl der Thierarten auf. In dieser oder jener Gegend begegnet man einer außerordentlichen Verschiedenheit in den Formen und den Bauen der die Fauna dieser Gegend bildenden Thiere, während in einer andern Gegend in dieser Hinsicht eine große Einförmigkeit herrscht; auch bemerkt man leicht eine gewisse Beziehung zwischen den verschiedenen Graden des zoologischen Reichthums und der mehr oder weniger beträchtlichen Höhe der Temperatur; denn die Anzahl der Thierarten, seien sie nun Land- oder Meerthiere, nimmt im Allgemeinen in dem Maße zu, als man von den Polen zum Aequator herabsteigt. Die entferntesten Polarländer bieten den Reisenden nur einige wenige Insekten dar, auch variiren in diesen Elemeeren sowohl die Fische, als die Mollusken sehr wenig; in den gemäßigten Klimaten wird die Fauna zahlreicher an Arten, aber erst in den tropischen Gegenden hat sich die Natur in dieser Hinsicht am reichsten gezeigt, und der Zoologe kann nicht ohne Staunen die unendliche Verschiedenartigkeit der daselbst zusammengehäuften Thiere sehen.

Auch bemerkt man eine auffallende Uebereinstimmung zwischen der Höhe der Temperatur in den verschiedenen zoologischen Regionen und dem Grad der organischen Vollkommenheit der dieselben bewohnenden Thiere. In dem heißesten Klima leben die dem Menschen am nächsten stehenden Thiere und diejenigen, die in der großen zoologischen Abtheilung die zusammengesetzteste Organisation und die entwickelsten Fähigkeiten besitzen, während man in den Polarregionen nur solche Wesen findet, die in der zoologischen Reihe einen sehr niedern Rang einnehmen. So finden sich z. B. die Affen in die heißesten Gegenden der beiden Continente verwiesen; ebenso verhält es sich mit den Papageien unter den Vögeln, den Krokodilen und den Schildkröten unter den Reptilien und den Erdkrabben unter den Crustaceen, die sämmtlich die vollkommensten Thiere ihrer respectiven Klasse sind.

Auch sind die Thiere der heißen Länder hinsichtlich ihrer Farbenpracht, ihrer Größe und ihren bizarren Formen sehr merkwürdig.

Endlich scheint auch eine gewisse Beziehung zwischen dem Klima und dem Streben der Natur, diese oder jede Thierform hervorzubringen, zu bestehen. So bemerkt man eine sehr große Aehnlichkeit zwischen den meisten Thieren der nördlichen und östlichen Regionen; so bieten die Faunen der gemäßigten Gegenden von Europa, Asien und Nordamerika eine große Analogie in ihrem allgemeinen Ausseheu dar, und so sieht man in den tropischen Gegenden der beiden Continente ähnliche Formen vorherrschen. Es sind keine identische Arten, denen man in den verschiedenen und beinahe isolhermen Regionen begegnet, sondern es sind mehr oder weniger einander benachbarte Arten, welche Repräsentanten eines und desselben Typus zu sein scheinen. Die Affen von Indien und dem innern Afrika werden im tropischen Theile von Amerika durch andere Affenarten repräsentirt, die von den vorigen leicht zu unterscheiden sind; dem Löwen, Tiger und Panther des alten Continents entsprechen in der neuen Welt der Cuguar, Jaguar und Ozelot. Die Gebirge von Europa, Asien und Nordamerika ernähren verschiedene Bärenarten, die aber nur sehr wenig von einander verschieden sind. Die Robben finden sich besonders häufig in der Nähe der beiden Polarkreise; und wenn man noch fernere Belege zu diesem Streben der Natur auffuchen wollte, so könnte man nicht weniger evidente auch unter den niedern Thieren finden: so scheinen z. B. die Krebse den gemäßigten Regionen anzugehören, und finden sich im größten Theil von Europa als unsere Flußkrebse im südlichen Rußland durch eine verschiedene Art, in Nordamerika durch zwei andere, gleichfalls von den vorhergehenden verschiedene Arten, in Chile durch eine vierte, im Süden von Neuholland durch eine fünfte Species, auf Madagaskar durch eine sechste, und am Cap der guten Hoffnung durch eine siebente verbreitet.

Die Vergleichung der den verschiedenen zoologischen Regionen eigenen Faunen führt noch auf andere Resultate, von denen man sich aber weniger leicht Rechenschaft zu geben weiß. Prüft man z. B. allmählig sämmtliche Arten, welche Affen oder Afrika und Amerika bewohnen, so bemerkt man in der Fauna der neuen Welt eine Inferiorität, die dem berühmten Buffon nicht entgangen ist. Denn es finden sich auch in der That hier keine so große Säugethiere, als auf dem alten Continent; man sieht zwar in Nordamerika eine bedeutende Anzahl Affen, aber unter diesen Thieren ist nicht eines, das dem Orang-Utang oder dem Schimpanse gleichkommt; es sind hauptsächlich Nagethiere und Zahnlose, d. h. unter allen gewöhnlichen Säugethieren die weniger intelligenten, die sich hier am häufigsten finden. Endlich trifft man in Amerika auch die Beutelraßen an, welche einem untern Typus der gewöhnlichen Säugethiere angehören, und welche weder in Europa, noch in Asien, noch in Afrika einen Repräsentanten haben. Wenn man hierauf von der neuen Welt in eine noch neuere Region, nämlich nach Australien geht, so wird man daselbst eine Fauna sehen, deren Inferiorität sich noch mehr ausspricht, denn die Säugethierklasse zeigt daselbst bloß noch Beutelthiere und Monotremen.

Was die Gränzscheidung der verschiedenen zoologischen Regionen und die Zusammensetzung der jeder

dieser Regionen eigenen Fauna betrifft, so können wir dieselben hier nicht abhandeln, ohne von dem vorgezeichneten Plane dieses Buches abzugehen; indessen bedauern wir diese Nothwendigkeit um so weniger, als diese Fragen bei dem jetzigen Stand der Wissenschaft noch lange nicht beantwortet sind.

Wir sind jetzt mit unsern zoologischen Betrachtungen zu Ende, denn der Zweck, den wir uns bei diesem Werke vorgesetzt hatten, war nicht die besondere Beschreibung eines jeden Thiers noch die Aufzählung der Charaktere, woran man sie erkennen oder wornach man sie methodisch gruppiren könnte; wir wollten in diesem Buche bloß Bemerkungen über die Natur und die Eigenschaften der Thiere geben, die Hauptzüge ihrer Geschichte in Kürze entwerfen und unsern Lesern die allgemeinen Kenntnisse, die für Alle nützlich und für diejenigen nothwendig sind, welche in diesem Zweig der Wissenschaft noch tiefer eingehen möchten, verschaffen.

Inhaltsverzeichniß der Zoologie.

	Seite
Einleitung	5
Zweck und Nutzen der Naturgeschichte	—
Eintheilung der Naturkörper in drei Reiche	—
Unterschied zwischen den unbelebten und den belebten Wesen	6
Organe	8
Beziehungen, unter welchen man die lebenden Wesen betrachtet	—
Allgemeine Unterscheidungsmerkmale der Thiere	—
Unterschied zwischen den Thieren und den Pflanzen	—
Von den organischen Geweben und den Organen der Thiere	9
Classification der thierischen Funktionen	10
Betrachtung der hauptsächlichsten thierischen Funktionen.	
I. Von den Funktionen der Ernährung	11
Absorption	12
Mechanismus der Absorption	—
Organe der Absorption	—
Umstände, die auf die Absorption Einfluß haben	13
Verdauung	14
Nahrungsmittel	—
Ernährungsapparat	15
Ergreifen der Nahrungsmittel	16
Das Kauen	17
Mechanismus des Kauens	19
Einspeichelung	20
Verschlucken	—
Verdauung im Magen oder Chymusbildung	21
Natur des Verdauungsprozesses	—
Chylusbildung	22
Darmkanal	—
Leber und Bauchspeicheldrüse	23
Bildung des Chylus	—
Ausführung der von der Verdauung übrig gelassenen Stoffe	24
Absorption des Chylus	—
Der Chylus	—
Das Blut	25
Bestandtheile des Blutes	26
Gerinnen des Blutes	—
Anwendung des Blutes	27
Kreislauf des Blutes	—
Circulationsapparat	—
Das Herz	28
Die Blutgefäße	29
Das Arterien- oder Schlagadersystem	—
Das Venensystem	—
Der kleine Kreislauf	30
Mechanismus der Circulation	—
Bewegungen des Herzens	—
Durchgang des Blutes durch die Herzhöhlen	—
Blutlauf in den Arterien	31
Blutlauf in den Venen	32
Blutlauf bei den verschiedenen Thieren	33
Bei den Säugethieren und Vögeln	—
Bei den Reptilien	34
Bei den Fischen	—
Bei den Mollusken	—
Bei den Crustaceen	35
Bei den Würmern	—
Bei den Insekten	36
Bei den Zoophyten	—
Von der Athmung oder Respiration	—
Theorie der Respiration	37
Activität der Respiration	38
Respirationsapparat	39
Die Organe für die Respiration im Wasser	—
Die Organe für die Respiration in der Luft	—
Der Mechanismus der Respiration bei dem Menschen	40
Der Mechanismus der Respiration bei den andern Thieren	41
Von der Ausdünstung und der Absonderung	—
Die Ausdünstung	42
Sitz der Ausdünstung	—
Absonderungen	43
Absonderungsorgane	—
Natur des Absonderungsprozesses	44
Beschaffenheit der Secretionsflüssigkeiten	45
Harnabsonderung	—
Von der Assimilation und der Zerlegung des Nahrungsstoffes	46
Exretion oder Ausscheidung	48
Von der thierischen Wärme	—
II. Von den Funktionen des animalischen Lebens	50
Das Nervensystem	51
Das Cerebro-Spinalnervensystem des Menschen	—
Die Bedeckungen desselben	—
Das Gehirn	52
Das große Gehirn	—
Das kleine Gehirn	—
Die Sehhügel	—
Das Rückenmark	—
Die Struktur der Cerebrospinalaxe	54
Die Nerven	—
Das Gangliensystem	55
Das Nervensystem der andern Thiere	—
Die Sensibilität	—
Die Funktionen der Nerven	—
Der Einfluß der Cerebro-Spinalaxe	56
Die Nerven der Sensibilität	57
Die Modificationen der Sensibilität	—
Die verschiedenen Funktionen der beiden Wurzeln der Rückenmarksnerven	—
Gangliensystem	—

Inhalt.

Seite

Die Sinnesorgane 58
Der Tastsinn . . . . . —
Die speciellen Tastorgane . . . 59
Der Geschmackssinn . . . . . —
Die verschiedenen Geschmäcke . . . —
Das Geschmacksorgan . . . . —
Der Geruchssinn 60
Der Gehörsinn 61
Der Bau des Gehörapparates . . . —
Mechanismus des Gehörs . . . 62
Der Gesichtssinn 64
Der Bau des Auges . . . . . —
Mechanismus des Gesichts . . . 65
Die Bewegungsorgane des Auges . . 68
Von den Bewegungen 69
Die Muskelzusammenziehung . . . . —
Die Struktur der Muskeln 70
Der Einfluß des Nervensystems auf die Muskelzusammenziehung . . . . . —
Der Einfluß der Nerven . . . . . —
Der Einfluß des Gehirnes 71
Der Einfluß des Gangliensystems . . . —
Dauer und Stärke der Muskelzusammenziehungen . 72
Von dem Bewegungsapparat im Allgemeinen — —
Die Knochen . . . . . —
Die Gelenkverbindung der Knochen . . 73
Wirksamkeit der Muskeln an den Knochen . —
Beschreibung des Bewegungsapparates bei dem Menschen 75
Der Kopf . . . . . —
Der Rumpf oder Stamm 76
Die Gliedmaßen oder Extremitäten . . . 79
Von den Stellungen und der Ortsbewegung 81
Das Stehen . . . . . —
Das Gehen 83
Der Sprung . . . . . —
Das Schwimmen und Fliegen 84
Die Greiforgane 85
Von der Stimme 86
Der Kehlkopf . . . . . —
Mechanismus der Stimme 87
Modificationen der Stimme 88
Von der Intelligenz und dem Instinkte . . —
Die Fähigkeiten der menschlichen Seele . . —
Die Principien der Thätigkeit 90
Die Fähigkeiten der Thiere 91
Die Beziehungen zwischen der Intelligenz und dem Gehirn 103

Bau, Classification und geographische Vertheilung der Thiere.

Betrachtungen über den allgemeinen Plan, den die Natur bei der Organisation der Thiere befolgt hat 106
Das Streben der Natur zur Localisirung der Funktionen und zur Theilung der physiologischen Arbeit —

Seite

Von den organischen Umbildungen und dem Streben der Natur zur Einförmigkeit im Bau . . . 108
Natürliche Verwandtschaften und Analogien im Bau der Thiere 110
Organische Uebereinstimmung 111
Eintheilung der Thiere 112
Gegenstand und Beschaffenheit der zoologischen Classifications . . . . . —
Künstliche und natürliche Classificationen . . . 113
Die Eintheilungsweise des Thierreichs . . . 115
Die Grundlagen der Eintheilung des Thierreichs in die ersten großen Abtheilungen (Haupteintheilungen) und Klassen 116
Die ersten großen Abtheilungen (Haupteintheilungen) —
Theilung der großen Abtheilungen in Klassen . 119

Betrachtungen über die Organisation der den verschiedenen Klassen des Thierreichs angehörenden Thiere.

Erste große Abtheilung 124
Wirbelthiere . . . . . —
Die Klasse der Säugethiere 125
Die Klasse der Vögel 141
Die Klasse der Reptilien 156
Die Klasse der Fische 166
Zweite große Abtheilung 177
Ringelthiere oder Gliederthiere . . . —
I. Unterabtheilung.
Die eigentlichen Gliederthiere 178
Die Klasse der Insekten 179
Die Klasse der Miriapoden . . . 193
Die Klasse der Arachniden . . . 194
Die Klasse der Crustaceen oder Krebsthiere 197
Die Klasse der Rankenfüßer oder Cirripoden 203
II. Unterabtheilung.
Die Würmer . . . . . —
Die Klasse der Anneliden oder Ringelwürmer —
Die Klasse der Räderthiere 204
Die Klasse der Eingeweidewürmer . . 205
Dritte große Abtheilung 206
Mollusken . . . . . —
I. Unterabtheilung.
Die eigentlichen Mollusken . . . . —
Die Klasse der Cephalopoden . . . 207
Die Klasse der Gasteropoden . . . 210
Die Klasse der Pteropoden . . . 211
Die Klasse der Acephalen . . . . —
II. Unterabtheilung.
Mantelthiere 212
Vierte große Abtheilung 214
Zoophyten . . . . . —
Die Klasse der Sternthiere . . . . —
Die Klasse der Seequallen . . . . —
Die Klasse der Polypen 215
Die Klasse der eigentlichen Infusorien . . 216
Die Klasse der Spongozoen oder Meerschwämme —
Von der geographischen Vertheilung der Thiere . 217

II.

Mineralogie und Geologie.

Von

F. S. Beudant,
Mitglied der königl. Akademie der Wissenschaften u. s. w.

Aus dem Französischen

von

Ludwig Carl.

Die Mineralogie.

Einleitung.

§. 1. **Belebte Körper, unbelebte Körper.** Körper nennt man Alles, was ein materielles Dasein hat und daher in die Sinne fallen kann. Man kennt Körper, die mit Leben begabt sind oder begabt gewesen sind, und andere, die niemals Leben besessen haben. Die ersteren werden lebende oder organische Körper genannt, weil sie aus verschiedenen Apparaten oder aus Organen bestehen, die zu ihrem Dasein nothwendig sind. Die andern werden mit dem Namen unbelebte oder unorganische Körper bezeichnet.

Natürliche und künstliche leblose Körper. Die leblosen oder unbelebten Körper sind zweierlei Art: die einen sind natürlich, d. h. sie werden uns unmittelbar von der Natur geboten; die andern sind künstlich, d. h. sie gehen aus den gegenseitigen Wirkungen der verschiedenen Elemente hervor, die wir selbst in Thätigkeit setzen, um sowohl unsere Bedürfnisse, als unsere Wißbegierde zu befriedigen.

Elemente. Elemente nennt man die natürlichen leblosen Körper, die wir durch die uns bekannten Mittel nicht zu zerlegen vermögen; sie sind theils wägbar, theils unwägbar. Die Anzahl der ersten beträgt gegenwärtig 56, nämlich:

Gasförmige Körper.

1. Chlor.
2. Fluor.
3. Sauerstoff.
4. Stickstoff.
5. Wasserstoff.

Tropfbarflüssige Körper.

6. Brom.
7. Queckſilber (metallglänzend).*

Feste nichtmetallische Körper.

8. Bor.
9. Jod.
10. Kieselerde.
11. Kohlenstoff.*
12. Phosphor.
13. Schwefel.*
14. Selen.

Feste metallische Körper.

15. Aluminium.
16. Antimon.*
17. Arsenik.*
18. Barium.
19. Beryllium.
20. Blei.
21. Carmium.
22. Calcium.
23. Calium.
24. Cerium.
25. Chrom.
26. (Didyme?)
27. Eisen.*
28. Gold.
29. Kobalt.
30. Kupfer.*
31. Iridium.
32. Lantan.
33. Lithium.
34. Mangan.
35. Magnesium.
36. Molybdän.
37. Natrium.
38. Nickel.
39. Oëmium.
40. Palladium.
41. Platin.
42. Rhodium.
43. Silber.*
44. Strontium.
45. Tantal.
46. Tellur.*
47. Thorium.
48. Titan.
49. Uran.
50. Vanadin.
51. Wißmuth.*
52. Wolfram.
53. Yttrium.
54. Zink.
55. Zinn.
56. Zirkonium.

Die unwägbaren Elemente sind uneinschließbare Fluida, zu deren Annahme man durch die Erscheinungen der Wärme, Elektricität und des Lichtes sich genöthigt sieht, deren Bewegungen nothwendig die Gegenwart eines Körpers, entweder für die Erzeugung, oder für die Fortleitung erfordern.

Mehrere dieser unzerlegbaren Körper finden sich im freien Zustand in der Natur: dies sind die mit einem Sternchen bezeichneten; alle übrigen sind das Ergebniß der Untersuchungen, welche in den chemischen Laboratorien an den zusammengesetzten Körpern gemacht wurden, die aus ihren verschiedenen Combinationen hervorgehen.

§. 2. **Charaktere der leblosen Körper.** Die leblosen Körper finden sich vollständig gebildet in der Natur, ohne daß man ihren Ursprung kennt, oder sie bilden sich auch unmittelbar, so oft einige Elementartheilchen ungehindert auf einander wirken und sich ihrer gegenseitigen Verwandtschaft (Affinität) überlassen können. Daraus entsteht nun bald die eine, bald die andere Art, je nach ihrem Zusammentreffen oder der Existenzweise der Elemente, und selbst je nach unserem Belieben, in so fern wir viele künstliche machen können.

Unwesentliche Form. Einmal gebildet, können mehrere dieser Körper sowohl in festem, als flüssigem und gasförmigem Zustand sein, je nach den Umständen, in die sie versetzt werden; so ist z. B. das Wasser fest unter 0°, flüssig über 0° und gasförmig bei 100°; so können der Zucker, das Kochsalz, die in ihrem natürlichen Zustande fest sind, durch die Gegenwart von Wasser, die Harze durch den Weingeist ꝛc. in flüssigem Zustande erhalten werden. Daraus folgt nun, daß die Form nicht immer wesentlich ist im leblosen Körper, und daß sie sich durch eine neue, von der Bildung und zugleich von der Existenz unabhängige Operation äußern wird.

Unbegränzte Zunahme (Wachsen) **von außen.** Der feste leblose Körper kann das Volumen und die Form, in denen er nach seiner Bildung und seinem Festwerden auftritt, beibehalten, aber er kann sich auch vergrößern, und dieses geschieht immer an seiner Außenfläche, durch eine neue Anhäufung von Theilchen, die sich um die ersteren herum gruppiren und auf diese Weise die Masse derselben unbegränzt vermehren können.

Diese Zunahme kann ununterbrochen geschehen, kann aber auch allmählig in unbestimmten Epochen, die einzig und allein von äußern Umständen abhängen, unterbrochen und wieder fortgesetzt werden.

Formveränderung. In diesen zufälligen Volumenveränderungen kann sich die Form des festen Körpers beständig erhalten, oder kann sich auch auf alle Arten, ohne Ordnung, wie auch ohne bestimmte Zeit, abändern. Sie kann rein zufällig sein, da sie von einer gewissen Eigenschaft abhängig sein kann, die der leblose Stoff besitzt, sich unter geometrischen Formen anzuhäufen, welche selbst wieder in der gleichen Substanz unendlich variiren können. Ein und derselbe Körper kann zuerst eine Form haben, dann kann er nach und nach, je nach den Umständen, mehrere andere annehmen.

Um sich davon zu überzeugen, bringe man z. B. ein unregelmäßiges Stück Alaun, das an einem Faden aufgehängt ist, in eine gehörig concentrirte Auflösung von dem gleichen Salze, so wird man ihn sich vergrößern und eine regelmäßige Form, die gewöhnlich die des Octaeders ist, annehmen sehen. Dann hänge man es in einer andern Auflösung des nämlichen Salzes auf, in welche man zuvor Kreide so lange eingerührt haben wird, bis sich das Aufbrausen sehr merklich vermindert hat, so wird man es noch größer werden und zur Würfelform übergehen sehen. Bringt man es noch einmal in die erste Auflösung, so wird es wieder in ein Octaeder übergehen und sich immer noch vergrößern ꝛc. Endlich hänge man es unter einem Gefäß, am Rande einer beinahe capillarischen Oeffnung auf, durch welche die Flüssigkeit langsam durchsickern kann, so wird es immer noch durch neue Schichten an Größe zunehmen alsdann aber wird es eine runde und längliche Form annehmen, und endlich eine unregelmäßige conische Form erhalten und etwas darstellen, was man Stalaktit nennt.

Wenn man den Körper mit einer leichten Carminschichte vor jedem Eintauchen bedeckt, so wird man dann in der Masse ganz leicht die verschiedenen Formen, welche vorkommen können, und die allmähligen Vergrößerungen unterscheiden. In den natürlichen Körpern zeigen sich beinahe ähnliche Umstände, durch die man erkennt, daß sie auch verschiedene aufeinanderfolgende Veränderungen erlitten haben.

Unbegränzte Existenz. Zerstörung. Sind die leblosen Körper einmal gebildet, so können sie unendlich lange fortbestehen, denn man bemerkt in den Monumenten Substanzen, die schon mehrere tausend Jahre zählen, und dennoch zeigt sich nichts, was auf eine nahe bevorstehende Zerstörung hinweist. Diese Körper können nur durch die Wirkung einer äußern Ursache in ihrem Bestehen aufhören; allein man muß eine scheinbare und eine wirkliche, reelle Zerstörung unterscheiden. Die scheinbare Zerstörung ist oft eine reine und einfache Zerlegung der Theilchen, die unter dieser oder jener Form mit einander vereinigt gewesen sind; alsdann ist auch die Art des Bestehens verändert, der Körper ist pulverförmig geworden, ist aufgelöst, ist flüssig gemacht worden, hat aber darum nicht zu existiren aufgehört.* Die wirkliche, reelle Zerstörung ist das Resultat einer totalen oder partiellen Trennung der Elemente, woraus der Körper gebildet ist. Dies geschieht z. B. beim Brennen des Kalksteines, welcher dadurch seine Kohlensäure verliert; bei der Efflorescenz einer Menge Salze, welche entweder alles Wasser, das sie in ihrer Zusammensetzung enthalten, oder nur einen Theil desselben verlieren; im salpeterfauren Ammoniak, einem festen Körper, der sich in der Hitze in Wasser und Stickstoffoxidul zersetzt. Die natürlichen Körper bieten uns eine Menge dieser verschiedenen Arten von Zersetzung dar.

§. 3. **Verschiedenheiten in den belebten Körpern. Entstehung.** Diese Charaktere der unbelebten Körper sind alle sehr verschieden von denen der belebten. Diese letzteren entstehen immer aus schon vorhandenen und ihnen selbst ähnlichen Individuen, und die Arten pflanzen sich so von Geschlecht zu Geschlecht fort, ohne wesentliche Veränderungen zu erleiden; kein Umstand waltet ob, durch den sich neue bilden könnten; auch sind wir keineswegs hier im Stande, künstliche zu machen.

Bestimmte Formen. So bald der belebte Körper existirt, hat er nothwendig eine eigene und bestimmte Form, weil das Leben die Funktionen und die gegenseitigen Wirkungen verschiedener Theile erfordert, welche festbestehende Formen haben und deren relativen Lagen oder Stellungen streng geordnet sind.

Begränztes und von innen heraus vor sich gehendes Wachsen. Die belebten Körper wachsen immer nach ihrer Entstehung und zwar immer auf dieselbe Weise, gewöhnlich bis zu einer gewissen Gränze, die niemals überschritten wird. Dieses Wachsen geschieht aber innerlich in Folge der Ernährung, oder des Vermögens, das der belebte Körper besitzt, in verschiedenen Modifikationen einen Theil der umgebenden Substanzen an sich zu ziehen und sich einzuverleiben, während er zugleich einen Theil derjenigen ausstößt, die schon in seinem Besitz waren.

Beständigkeit der Form. Die Form bleibt alsdann unverändert; oder wenn sie auch manchmal gewisse Veränderungen erleidet, so geschieht dies immer in einer genau bestimmten Ordnung und in bestimmten Zeiten, die keiner Abänderung unterworfen sind.

Begränzte Existenz. Tod. Dieser Wechsel von Zusammensetzung und Zerlegung, welche das Leben constituirt, findet immer nur eine begränzte Zeit lang Statt; sie hält ohne Wiederkehr in einem gewissen Momente inne und der belebte Körper ist nicht mehr. Der Tod ist eine unvermeidliche Folge von dem Leben, und bloß eine Masse von Theilchen bleibt noch übrig, welche im Augenblick sogar schon beginnen, auf eine ganz andere Weise auf einander und auf die umgebenden Körper einzuwirken; daraus geht nun eine mehr oder weniger vollständige Zerstörung dessen, was bestand, und die Erzeugung einiger neuen Stoffe aus der Klasse der unbelebten Körper hervor.

§. 4. **Unbelebte Körper organischen Ursprunges und Mineralien.** Die zusammengesetzten natürlichen Körper sind verschiedener Art; es gibt solche, die sich nur dann bilden zu können scheinen, wenn die Verwandtschaft der Elementarprincipien unter der langsamen und fortgesetzten Wirkung der Lebensfunktionen, mit deren Hülfe eine kleine Anzahl von Elementen sich in sehr verschiedenen Proportionen zusammensetzen und somit eine Menge neuer Körper bilden können, in Thätigkeit gesetzt werden. Diese Körper sind z. B. der Zucker, der Gummi, die Harze, die fetten Substanzen, gewisse Säuren oder gewisse Salze ꝛc., mit einem Worte, alle in den belebten Körpern gebildeten unthätigen Stoffe, die man auf verschiedene Weise ausziehen kann. Dagegen bilden sich andere Körper beständig, oder haben sie sich beständig gebildet und oft im Ueberfluß, ohne Mitwirkung der Lebenskräfte: solche sind die salzigen, die erdigen, metallischen ꝛc. Substanzen, die wir im Schooße der Erde finden, oder von denen wir eine große Anzahl beliebig hervorbringen können.

Diese letzteren Substanzen hat man noch specieller mit dem Namen **Mineralien** bezeichnet, die den Gegenstand der **Mineralogie** bilden. Jedoch hat man sich auch daran gewöhnt, damit das Studium verschiedener Substanzen organischen Ursprungs zu

* Es gibt auch eine scheinbare Zerstörung, die dadurch entsteht, daß der Körper als bildender Theil in eine neue Verbindung eintritt; auf diese Weise verwandelt sich z. B. das Eisen in Roß, indem es sich mit dem Sauerstoff und Wasser, das in der Atmosphäre enthalten ist, verbindet.

verbinden, die ehemals im Schooße der Erde vergraben wurden, wo sie verschiedene Veränderungen erleiden konnten. Man verbindet heutigen Tages noch damit sogar die tropfbarflüssigen und gasförmigen Körper, die sich auf der Erdoberfläche vorfinden; denn wenn ihnen auch der Name Mineralien nicht sehr zuzukommen scheint, so sind sie nicht weniger unbelebte Körper, die man nicht unter denjenigen begreifen kann, die mit Hülfe der Lebenswerrichtungen sich bildeten.

Was die unthätigen Subsstanzen betrift, die von den organischen Körpern erzeugt werden, so gehört ihr Studium, da sie natürliche Körper sind, der Physiologie an, die sich mit den Erscheinungen beschäftigt, welche das Leben in den Wesen hervorbringt, die damit begabt sind. Uebrigens zeigen diese Arten von unbelebten Körpern, sowie die künstlichen, die wir der Technologie überlassen, die nämlichen allgemeinen Eigenschaften, wie alle andern, und wir haben keineswegs nothwendig, sie auf eine specielle Weise zu studiren, um das kennen zu lernen, was sie Wichtiges in Beziehung auf den Gegenstand, den wir im Auge haben, darbieten.

§. 5. **Art, diese Körper zu studiren.** Es gibt nur eine einzige Weise, wie man die Körper studiren soll; d. h. man untersuche sie, jedes einzeln, und merke sich alle Eigenschaften, alle Charaktere, die sie darbieten können. Dies ist die analytische Methode, die einzige, die der Naturforscher anwenden kann, um zu den Kenntnissen zu gelangen, die er besitzen soll. Haben sich aber die speciellen Forschungen hinlänglich ausgedehnt, so geht daraus eine Gesammtheit, ein Ganzes, von allgemeinen Thatsachen hervor, die man auf dem Wege der Synthesis darstellen kann und die der Ausdruck des Wichtigsten ist von dem, das man kennen lernen will. Alsdann kann man alle Körper ganz genau vergleichen, kann ihre Analogien oder ihre Unterschiede feststellen und sie so eintheilen, daß eine kleine Anzahl von ihnen eine genügende Vorstellung von allen andern uns geben kann. Zu diesem Punkte sind wir sowohl hinsichtlich der unbelebten Körper, als der belebten gelangt und können sie auf eine allgemeine Weise abhandeln, was für jeden guten Unterricht streng nothwendig wird.

Die organischen Gebilde und die Funktionen jedes Organes, in allen Wesen verglichen, bilden das Allgemeinste und Wichtigste im Studium der belebten Körper; dann sind die chemischen und physikalischen Eigenschaften von untergeordnetem Werth. Bei den unbelebten Körpern ist es das Gegentheil: hier gibt es weder Organisation noch Verrichtungen; aber die physikalischen und chemischen Eigenschaften erhalten eine große Wichtigkeit durch die erstaunenswürdige Mannigfaltigkeit der Thatsachen. Einerseits bieten uns die Gestalt, die Struktur, die Elasticität, die optischen Eigenschaften, die chemische Zusammensetzung eine Menge Thatsachen dar; anderseits haben die Beziehungen dieser verschiedenen Eigenschaften und Umstände, welche sie entstehen lassen und modificiren, keine geringere Bedeutung als die physiologischen Erscheinungen in den belebten Körpern. Dies sind eben so viele in der eigentlichen Mineralogie abzuhandelnde Gegenstände.

Sind aber im Studium der belebten Körper die Gewohnheiten, die Beziehungen zum Boden, die geographische Verbreitung und die Anwendung Kenntnisse von dem höchsten Interesse, so sind auch die natürlichen Vereinigungen der Mineralien, die Art ihres Vorkommens im Schooße der Erde, die Ausbehnung und die Grenzen der Ablagerungen, die sie bilden können, die Beziehungen dieser Ablagerungen unter einander, die Erscheinungen, von denen sie der Schauplatz sind oder waren ꝛc., eben so viele unserer Aufmerksamkeit würdige Gegenstände und oft für uns von großem materiellem Nutzen. Die Thatsachen, die man unter diesen verschiedenen Beziehungen kennt, sind dermaßen zahlreich, daß sie einen besonderen Zweig der Wissenschaft bilden, den man mit dem Namen Geologie bezeichnet, die wir noch besonders abhandeln werden.

Physikalische Eigenschaften der Mineralien.

§. 6. Die physikalischen Eigenschaften der Mineralien begreifen die Formen und Strukturen, den elastischen Zustand, die Wirkung auf das Licht, das specifische Gewicht, die elektrischen und magnetischen Eigenschaften, die Härte, die Zähigkeit, die Biegsamkeit, die Dehnbarkeit, die Wirkung auf den Flüssinn, das Wärmeleitungsvermögen, den Geruch, den Geschmack, das Vermögen, die Feuchtigkeit in sich anzunehmen oder abzugeben, welche das Anhängen an der Zunge, die Zerfließbarkeit und die Efflorescenz bedingen.

Formen der Mineralien.

§. 7. Die Formen, unter welchen die unbelebten Körper sich uns darbieten, sind zweierlei Art: die einen stellen Polyeder dar, die durch ebene, glatte, mandmal sie glänzende Flächen regelmäßig begränzt sind, wie wenn sie durch einen Steinschneider geschliffen worden wären, die andern bieten uns Formen jeder Art dar, die häufig abgerundet, mandmal unregelmäßig eckig sind, oder sich auf organische Formen zu beziehen.

Die vieleckigen, polyedrischen Formen, die man mit dem Namen Krystalle bezeichnet, scheinen von gewissen Eigenschaften herzurühren, die mit den meinen Körpern unzertrennlich verbunden sind und vermöge deren ihre Moleküle sich unter geometrischen Formen zu vereinigen suchen, wenn sie sich ungehindert der Cohäsionskraft in dem Momente überlassen können, wo sie sich zu festen Massen vereinigen. Diese Formen bilden sich vor unsern Augen unter vielen Umständen und auf verschiedene Weisen: durch Auflösung, Schmelzung, Sublimation, was in der Natur gleichfalls stattzufinden scheint.

In unsern chemischen Fabriken und Laboratorien verschafft man sich eine große Anzahl Salze in Krystallen, indem man den Körper in Wasser auflöst, die Auflösung gehörig conzentrirt und diese sich selbst überläßt. Man kann sich davon überzeugen, wenn man z. B. in kochendem Wasser so viel Alaun sich auflosen läßt, als diese Flüssigkeit aufnimmt, und die helle Lösung in ein Gefäß gießt, worin man einige Fäden aufgehängt hat: bald darauf werden sich Krystalle absetzen, die um so größer sind, je mehr Flüssigkeit vorhanden ist.

Die geschmolzenen Massen, die man langsam erkalten läßt, krystallisiren gleichfalls im Innern der Masse; man beobachtet dies besonders dann, wenn man die an der Oberfläche festgewordene Kruste durchbricht und das ausgiest, was noch von flüssiger Masse zurückbleibt. Einen Versuch der Art kann man bei dem Wismuth, Antimon, Schwefel ꝛc. machen, welche leichtflüssig sind; die Krystalle, die man so erhält, sind um so deutlicher, je größer das Volumen der geschmolzenen Masse ist.

Mehrere flüchtige Stoffe, wie Arsenik, arsenige Säure ꝛc. verflüchtigen, wenn sie in einem geschlossenen Gefäß erhitzt werden und setzen sich am obern Theil des Apparates in Krystallen ab.

Die unregelmäßigen Formen sprechen sich in einer Menge Umstände aus, wo sich die Wirkung der natürlichen Attractionen durch äußere Ursachen mehr oder weniger gestört und selbst ganz unterbrochen findet; die Formen, die sich alsdann bilden, sind rein zufällig und daher weit weniger wichtig für die Betrachtung, als die vorhergehenden; indessen wollen wir doch auch einige Notiz von ihnen nehmen.

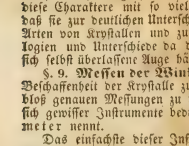
Studium der Krystalle.

§. 8. Wie man die Krystalle studiren soll. Es ist noch nicht genug, wenn man im Allgemeinen weiß, daß die unbelebten Körper krystallisiren können, denn man muß auch noch die Natur der Polyeder, welche sie darstellen, kennen, muß die Beziehungen feststellen, welche zwischen den einen bestehen, und die Gegensätze, welche die andern darbieten können.

Das erste, was man zu thun hat, ist dies, daß man sich davon versichere, ob diese Polyeder geometrische Eigenschaften besitzen, d. h., ob ihre Flächen keine zufällige Lage haben, wie diejenigen, welche durch Brüche in allen Richtungen, durch die Zusammenziehung der Substanzen, die verkrochen ꝛc., erzeugt werden können. Hat man dies erkannt, so muß man durch eine hinlängliche Betrachtung der Einzelheiten, diese Charaktere mit so viel Genauigkeit feststellen, daß sie zur deutlichen Unterscheidung der verschiedenen Arten von Krystallen und zur Entdeckung von Analogien und Unterschiede da dienen können, wo das sich selbst überlassene Auge häufig sich täuschen könnte.

§. 9. Messen der Winkel. Um die geometrische Beschaffenheit der Krystalle zu erkennen, hat man sie bloß genauen Messungen zu unterwerfen, wozu man sich gewisser Instrumente bedient, die man Goniometer nennt.

Das einfachste dieser Instrumente besteht in zwei länglichen Blättchen (Fig. 1.), welche in a vereinigt und beweglich sind, sich mehr oder weniger öffnen,

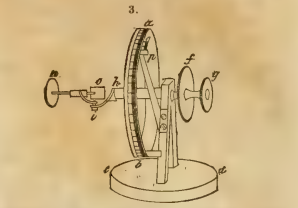


und sich verlängern und verkürzen können, indem sie in Einschnitten hin- und hergleiten. Diese beiden Blättchen legt man möglichst genau an die beiden Flächen an, deren Neigungswinkel man messen will; hierauf legt man sie auf einen Winkelmesser (Fig. 2.) in den darauf bezeichneten Punkten und liest die Größe des Winkels auf dem Limbus ab.

Dieſe Art, die Winkel zu messen, ist sehr mangelhaft und kann die Größe der Winkel nur beiläufig angeben, womit man sich übrigens auch, um die Wahrheit zu sagen, in vielen Fällen zufrieden geben kann. Behufs größerer Genauigkeit wählt man Krystalle mit glänzenden Flächen und bedient sich derselben, um die Bilder gewisser entfernter Visierlinien sich darauf reflektiren zu lassen; diese Bilder kann man alsdann mit den festen Linien zusammenfallen lassen, und indem man den Krystall dreht kann man alsdann die Anfangspunkte der Bewegung auf der einen und die Endpunkte auf der andern Fläche genau bestimmen. Da der Apparat auf einem Kreise angebracht ist, so erhält man den beschriebenen Winkel durch die Bewegung des Krystalls und folglich auch die Neigung seiner Flächen.

Für diese Messungen hat man zwei Hauptinstrumente, den Goniometer von Wollaston, und den von Babinet, der anderdem noch zu mehreren wichtigen Beobachtungen in der Mineralogie angewandt werden kann.

Goniometer von Wollaston. — Dieses Instrument (Fig 3) besteht aus einem eingetheilten Kreise aus Kupfer, *ab*, der sich in vertikaler Stellung auf einem Gestelle *d* befindet und um eine horizontale Axe mittelst des Knopfes *f* gedreht werden kann. Durch diese Axe geht eine andere hindurch, die man für sich allein mit Hülfe des Knopfes *e* drehen kann und die an ihrem andern Ende verschiedene bewegliche Stücke trägt. Diese Stücke bestehen in einer krummen Platte, die sich von oben nach unten in *h* bewegen kann, und deren vorderer in *i* beweglicher Theil von der rechten Seite nach der linken sich bewegen läßt. Eine kleine Platte *o*, deren Ebene sich in der Axe des Apparates befindet, dient dazu, um den Krystall darauf zu befestigen, und kann mittelst des Knopfes *n* in Bewegung gesetzt werden.



Um sich dieses Instrumentes zu bedienen, befestigt man zuerst den Krystall auf dem Träger *o* mit weichem Wachse, und zwar so, daß die Kante der beiden Flächen, die man messen will, beinahe senkrecht zur Ebene des Kreises steht und in der Rotationsaxe ist. Hierauf stellt man den Goniometer an einem hellen Orte auf einen Tisch, um die Operation vorzunehmen.

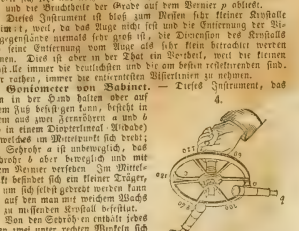
Die Kante des Krystalls in eine horizontale Lage zu bringen. — Zuerst muß die Kante des Krystalls genau horizontal sein, wenn die Ebene des Kreises vertikal ist. Um zu dieser nothwendigen Genauigkeit zu gelangen, geht man von dem Grundsatz aus, daß ein horizontaler Spiegel das Bild der Gegenstände, welche die gleiche Lage haben, horizontal zurückwirft. Man sucht also zwei entfernte horizontale Linien, z. B. eine Linie auf einem Dache, und stellt die Ebene des Kreises beinahe senkrecht zur Ebene des Gebäudes, welches jene Linien darstellt. Hierauf nähert man sich so sehr als möglich mit dem Auge dem Krystall, und bringt, indem man die innere Axe mit Hülfe des Knopfes *g* dreht, eine der Krystallflächen in eine solche Lage, daß sie z. B. die höchste der gewählten Visierlinien zurückwerfen kann; kann sodann man langsam zu drehen fort, bis das Bild, das man wahrnimmt, sich der untersten Visierlinie, die man direkt sieht, nähert, und unterlaufe alsdann, was vor sich geht. Fallen die beiden Linien in ihrer ganzen Länge auf einander, so ist die Fläche des Krystalls horizontal; fallen sie aber nicht in eine zusammen, so verändert man ganz sachte entweder die Stellung des Kreises oder die des Krystalls mit Hülfe der Stücke, die in *h* und *i* beweglich sind, bis diese Linien zusammenfallen.

Dieselbe Operation nimmt man mit der zweiten Fläche vor, welche man in die gehörige Lage bringt, indem man sie durch den Knopf *n* dreht. Ist sie endlich so gestellt, daß das reflektirte Bild mit dem direkten zusammenfällt, so kommt man wieder auf die erstere zurück, um zu sehen, ob keine Veränderung stattgefunden hat. Nach verschiedenen Versuchen, die man mit großer Sorgfalt anstellen muß, gelangt man endlich zur Coincidenz der Visierlinien auf der einen und andern Fläche, die alsdann alle beide horizontal sind, und deren Durchschnitt daher selbst auch horizontal ist.

Messen des Winkels. — Ist dies geschehen, so stellt man den eingetheilten Kreis auf 0° oder auch auf 180° (denn er ist in zwei Theile abgetheilt), was dadurch geschieht, daß man den Knopf *f* dreht, ein Halbmeß zeigt an, wenn man dahin gekommen ist. Man dreht alsdann zuerst den Krystall mittelst des Knopfes *g*, um eine Fläche in solche Stellung zu bringen, daß sie die obere Visierlinie zurückwirft, um sie mit der untern Linie genau zusammenfallen zu lassen. Ist auch dies geschehen, so dreht man mit Hülfe des Knopfes *f* den Kreis selbst, welcher alsdann den Krystall in seiner Rotation mit fortbewegt, bis die Reflexion und das Zusammenfallen der Visierlinien auch genau auf der zweiten Fläche stattfinden. Es handelt sich jetzt nur noch darum, daß man die Grade auf dem Limbus und die Bruchtheile der Grade auf dem Vernier *p* objicirt.

Dieses Instrument ist sehr zum Messen sehr kleiner Krystalle bestimmt, weil, da das Auge nicht fest und die Entfernung der Visiergegenstände niemals sehr groß ist, die Divergenz des Krystalls und seine Entfernung vom Auge als sehr klein betrachtet werden können. Dies ist aber in der That ein Vortheil, weil die kleinen Krystalle immer die deutlichsten und die am besten reflektirenden sind. Wir rathen, immer die entferntesten Visierlinien zu nehmen.

Goniometer von Babinet. — Dieses Instrument, das man in der Hand halten oder auf einem Fuß befestigen kann, besteht in einem aus zwei Fernröhren *a* und *b* und in einem Diopterkreise (Fig. 4.) *c*, welches um Mittelpunkt sich dreht; das Sehrohr *a* ist unbeweglich, das Sehrohr *b* aber beweglich und mit einem Vernier versehen. Im Mittelpunkt befindet sich ein kleiner Träger, der um sich selbst gedreht werden kann und auf den man mit weichem Wachs den zu messenden Krystall befestigt.



Von den Sehröhren enthält jedes innen zwei unter rechten Winkeln sich durchkreuzende Fäden, die im Brennpunkt des Objectivglases liegen, und die, wenn das Sehrohr gegen die Helle gedreht wird, sich auf diese Weise durch einen Büschel paralleler Lichtstrahlen beleuchtet finden. Diese Fäden dienen nun in dem festen Sehrohr die entfernten Visierpunkte. Ehe man sich dieses Instrumentes bedient, muß man jede der Sehröhren durch Auf- und Zuziehen so zurecht richten, daß man die entfernten Gegenstände deutlich sehen und, indem man das Sehrohr *b* dem unbeweglichen Sehrohr *a* gegenüberstellt, die vier Fäden beobachten kann.

Stellung einer Visierlinie parallel mit dem Kreise. — Jetzt muß man einen der Fäden in dem unbeweglichen Sehrohr in eine parallele Richtung mit der Ebene des Kreises bringen; es wird dann der andere senkrecht sein. Man drehe deßhalb zuerst das Deularglas des Sehrohrs so, daß seine Fäden parallel mit denen des Sehrohrs s sind; hierauf bringe man das bewegliche Sehrohr abwechslungsweise von der rechten Seite nach der linken, und von der linken nach der rechten, um zu sehen, wo aus diesen Bewegungen erfolgt. So lange die parallelen Fäden sich einander nähern oder aus einander treten, findet noch kein Parallelismus mit der Ebene des Kreises Statt; man muß deßhalb die Deularglöser ein wenig drehen, alsdann die Bewegung von rechts nach links, und von links nach rechts von Neuem beginnen; auch ein wenig Hin- und Herbewegen, gelangt man endlich zu einer Stellung, wo die Fäden ihren Abstand nicht mehr während der Bewegung verändern; dann aber ist man sicher, daß sie mit dem Limbus parallel sind. Man befestigt nun den Krystall auf dem Träger mit weichem Wachse.

Den Krystall in vertikale Stellung zu bringen. — Die Kante des Krystalls muß senkrecht auf der Ebene des Kreises sein; um ihm diese Lage zu geben, drehe man, nachdem man z. B das Sehrohr b nach rechts gewendet hat, den Träger, bis eine der zu Krystallflächen die durch das unbewegliche Sehrohr gesehenen Visierpunkte reflektirt und deren Bild in das horizontale Sehrohr wirft. Bemerkt man nun, indem man dieses Sehrohr hin und her bewegt, keine Verrückung in den zuvor hergestellten Parallelismus, so ist die Fläche vertikal; ist aber der Parallelismus gestört, so bewegt man den Krystall auf dem Wachse so, daß er sich weiter bildet. Nachdem nun dies für eine Fläche geschehen ist, drehe man den Träger, um mit der andern Fläche dasselbe vorzunehmen. Stört diese den Parallelismus nicht, so ist sie senkrecht und die Kante der beiden Flächen ist es auch. Ist aber der Parallelismus gestört, so löst man den Krystall sich bewegen, bis er wieder hergestellt ist, hierauf untersucht man wieder die zweite Fläche.

Winkelmessung. — Zuerst dreht man ein wenig das Deularglas des beweglichen Sehrohrs, damit seine Fäden gegen die des unbeweglichen Sehrohrs schief zu stehen kommen, z. B um 45°, was die Beobachtung des exzentrischen Druckes erleichtert. Man legt nun das Doppelkreuz an 180 Grad und bringt das bewegliche Sehrohr auf den entgegengesetzten Theil des Kreises, löst den Träger des Krystalls sich bewegen, um diesem letzteren eine solche Stellung zu geben, daß er die Visierfaden im beweglichen Sehrohr reflektirt, und richtet den Durchschnittspunkt ihrer Fäden dieses letzteren auf den senkrechten Faden des unbeweglichen Sehrohrs. Ist auch dies geschehen, so bewegt man das Doppelkreuz e, bis man die andere Krystallfläche dahin gebracht hat, daß sie den Visierlinien die gehörige Richtung gibt, und daß sie die gleiche Coincidenz des Durchkreuzungspunktes mit dem verticalen Faden von a bewirkt. Man bleibt nur noch das Ablesen des gesuchten Winkels auf dem Limbus übrig.

Beobachtung. — Das beste Licht, das auf den Krystall fällt, ist oft starker als das, welches durch das unbewegliche Sehrohr herkommt, und macht es daher unmöglich, daß man das in diesem Lichte reflektirte Bild der Visierfäden gewahrt. Um diesem Uebelstand abzuhelfen, muß man schwarze Schirme um den Krystall herumstellen, wodurch dieser alles Lichtes, das nicht gerade durch das unbewegliche Sehrohr herkommt, beraubt wird.

§. 10. Die Krystalle sind geometrische Polyeder.

— Da man nun die ebenischen Winkel der Krystalle zu messen weiß, so kann man sich überzeugen, daß diese Körper wirklich geometrische Polyeder sind. Wenn man z. B. die sechsflächigen Polyeder (Fig. 5), die man sehr häufig findet, untersucht, so bemerkt man, daß eine Seite, A, die mit B einen gewissen Winkel bildet, fast immer mit der links anliegenden Fläche immer einen Ergänzungswinkel macht. Ebenso macht die obere Fläche C, die einen gewissen Winkel mit A bildet, den Complimentswinkel mit der hintern Fläche, daraus ergibt sich, daß Körper dieser Art immer parallele Flächenpaare haben und daher nach der geometrischen Definition dieser Art Körper wahre Parallelipeden sind.

5.

Wenn man die Neigungswinkel der Flächen in andern Polyedern mißt, so findet man gleichfalls nahe Beziehungen zwischen den Winkeln, welche überdies noch beweisen, daß diese Flächen stets auf eine ganz geometrische Weise geordnet sind.

§. 11. Thatsachen, welche die Grundlage der Krystallographie bilden.

— Die polyedrischen Formen der unbelebten Körper sind außerordentlich zahlreich, und zwar nicht bloß, weil jeder Körper seine eigenthümlichen darbieten kann, sondern noch weil mehr darum, weil sich bei der nämlichen Substanz sehr verschiedenartige finden können. Die Anzahl dieser Formen geht heutigen Tages in die Tausende hinein, was anfangs ihr Studium eben so langwierig als schwierig erscheinen lassen könnte; allein es bestehen allgemeine Thatsachen, welche das Studium sehr vereinfachen. Diese Thatsachen lehren:

1) daß eine große Anzahl scheinbar sehr verschiedener Formen sich auf die natürlichste Weise auf einander beziehen und nur mehr oder weniger starke Modifikationen von einander sind;

2) daß alle bekannten, und man könnte sagen, alle Formen, die man erst kennen lernen wird, sechs verschiedene Gruppen bilden, deren Charaktere scharf unterschieden sind;

3) daß in jeder dieser sechs Gruppen sämmtliche Polyeder sich genau auf eine einzige Form, die man beliebig unter den dahin gehörigen wählen kann, zurückführen lassen; daraus ergibt sich, daß alle krystallographischen Studien sich darauf beschränken, daß man sowohl die physikalischen als geometrischen Eigenschaften einer sehr kleinen Anzahl von Formen gut kenne, die man als Grundformen für alle andern nehmen kann. Machen wir nun diese großen Principien der Wissenschaft zum Gegenstand unserer Studien.

Veränderungen an den Krystallen.

§. 12. Wie diese Veränderungen geschehen.

— Die Krystalle werden, von welcher Form sie auch sein mögen, häufig durch neue Flächen verändert, die auf verschiedene Weisen an ihren Kanten oder an ihren Ecken erscheinen. Die so erzeugten Flächen sind manchmal außerordentlich klein, werden aber oft auch auf Kosten der ursprünglichen größer, die sie endlich auch ganz verschwinden lassen, wodurch ganz verschiedene Körper entstehen. Durch dieses Mittel verbinden sich die scheinbar entferntesten Formen miteinander, wie es die Reihe der hier zusammengestellten Figuren zeigt, und es werden für jede derselben einige Worte hinreichen. Bald geschehen die Umänderungen zugleich an allen Kanten und allen Ecken, mit einem Worte an allen gleichnamigen Theilen; bald ist dies nur an einigen unter ihnen der Fall, und sie wechseln und mischen sich auf verschiedene Weisen.

1) **Veränderungen an allen gleichnamigen Theilen.**

§. 13. Umbildung des Tetraeders.

— Ein regelmäßiges oder unregelmäßiges Tetraeder (Fig. 6) findet sich in der Natur an den vier Ecken verändert* (Fig. 7); in verschiedenen Exemplaren sieht man die neuen Flächen sich auf Kosten der andern vergrößern und diese letzteren in Dreiecke verwandeln (Fig. 8), wodurch ein Octaeder entsteht.

6. 7. 8

Der nämliche Körper verändert sich an den sechs Kanten (Fig. 9); die neuen Flächen vergrößern sich (Fig. 10), und wenn sie die ersten verschwinden lassen, so erhält man ein Parallelipped (Fig. 11).

9. 10. 11.

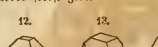
§. 14. Umbildung des Octaeders und des Parallelipeds.

— Das Octaeder selbst findet sich oft auf verschiedene Weisen verändert: wenn sich auf

* Der Verfasser hat durch den allgemeinen Ausdruck modifier alle möglichen Veränderungen, die an den Ecken und Kanten der Krystalle vorkommen können, bezeichnet. Ostendar bedeutet es an diesen Orten Abstumpfen, Zuspitzen, Zuschärfen ꝛc. Wir gebrauchen hierür den ebenfalls allgemeinen Ausdruck verändern, um dem Original immer so treu als möglich zu bleiben. Anm. des Uebers.

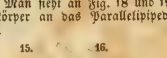
jeder der sechs Ecken eine Fläche zeigt (Fig. 12), so ist es der Fall, daß sich diese Flächen auf verschiedenen Exemplaren allmählig vergrößern (Fig. 13, 14) und daß bald auch das Parallelipiped (Fig. 11) zum Vorschein kommt, was auch zugleich zeigt, wie es das Octaeder selbst gibt.

12. 13. 14.



Zuweilen finden sich vier Flächen an jeder Ecke (Fig. 15), welche, wenn sie sich vergrößern (Fig. 16), endlich einen Körper mit vierundzwanzig Flächen entstehen lassen (Fig. 17), den man Trapezoeder nennt. Man sieht an Fig. 18 und 19, wie sich dieser neue Körper an das Parallelipiped (Fig. 11) anschließt.

15. 16. 17.

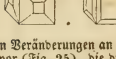


18. 19

Wenn die vier neuen Flächen gegen die Kanten gedreht werden (Fig. 20) und sich allmählig, wie in Fig. 21, ausdehnen, so erhält man einen Körper (Fig. 22), den man Heratetraeder (Pyramidenwürfel) nennt. Die Figuren 24 und 23 zeigen den Uebergang des Parallelipipeds in diesen Körper und umgekehrt.

20. 21. 22.

23. 24.



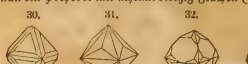
Auch kommen Veränderungen an den zwölf Kanten des Octaeders vor (Fig. 25), die durch ihre Ausdehnung (Fig. 26) ein Dodecaeder (Fig. 27) geben. An Figur 29 und 28 sieht man, wie das Parallelipiped den nämlichen Körper erzeugt.

25. 26. 27.

28. 29.

Erscheinen statt der Kanten je zwei Flächen, wie Fig. 30, so entsteht ein anderer Körper mit vierundzwanzig Flächen (Fig. 31). Geschieht die Veränderung an den Ecken durch acht Flächen (Fig. 32), so erhält man ein Polyeder mit achtundvierzig Flächen (Fig. 33).

30. 31. 32. 33.



Diese ersteren Details zeigen zur Genüge daß sehr verschiedene Körper — das Tetraeder, das Octaeder, das Parallelipiped ꝛc., unter sich in nächster Beziehung stehen und daher bei der nämlichen Substanz sich finden können.

2) Veränderungen an den gleichnamigen Theilen allein, sowie auch öfters zugleich an den ungleichnamigen Theilen.

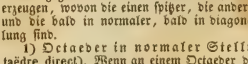
§. 15. **Uebergang des Octaeders in das Prisma.** — An gewissen Octaederarten finden sich oft nur die vier Seitenecken verändert (abgestumpft) (Fig. 34), wodurch ein pyramidales Prisma (Fig. 35) entsteht, wenn sich die Flächen hinreichend vergrößern.

In andern Fällen sind die vier Seitenkanten durch Flächen ersetzt (Fig. 36) und führen zu einem andern pyramidalen Prisma (Fig. 37). Diese beiden Combinationen geben mit einander vereinigt ein achtseitiges Prisma.

34. 35. 36. 37.

Neues Parallelipiped. — Wenn sich die Abstumpfung der Spitzen mit der Abstumpfung der Seitenkanten verbindet (Fig. 38), so entsteht durch weitere Ausdehnung (der Abstumpfungsflächen) (Fig. 39) ein neues Parallelipiped (Fig. 40), in diagonaler* Stellung gegen das erste (inverse du premier) (Fig. 41), d. h. dessen Flächen den Kanten des ersten entsprechen. Diese beiden Parallelipipeden gehen von dem einen in das andere über durch die Abstumpfung ihrer Seitenkanten (Fig. 41), wo ihre Vereinigung ein achtseitiges Prisma erzeugt.

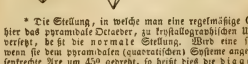
38. 39. 40. 41.



§. 16. **Uebergang in verschiedene Octaeder.** — Ein gegebenes Octaeder kann oft sehr viele andere erzeugen, wovon die einen spitzer, die andern stumpfer und die bald in normaler, bald in diagonaler Stellung sind.

1) Octaeder in normaler Stellung (octaëdre direct). Wenn an einem Octaeder die Seitenkanten (Fig. 42) durch zwei Flächen verändert (zugeschärft) werden, so entsteht ein spitzeres Octaeder

42. 43. 44 45.



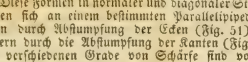
* Die Stellung, in welche man eine regelmäßige Gestalt, z. B. hier das pyramidale Octaeder, zu krystallographischen Untersuchungen versetzt, heißt die normale Stellung. Wird eine solche Gestalt, wenn sie den pyramidalen (quadratischen) Systeme angehört, um die senkrechte Axe um 45° gedreht, so heißt dies die diagonale Stellung; wenn sie zu dem rhomboedrischen System gehört und um 60° oder 180° gedreht wird, die verwendete Stellung, welche beide letztere Ausdrücke der Herr Verfasser durch inverse gegeben hat, während normal durch direct ausgedrückt ist. Anm. des Uebers.

(Fig. 43), im Fall die neuen Flächen sich so ausdehnen, daß die ersteren verschwinden. Wenn dagegen eine Veränderung an der Spitze vor sich geht (Fig. 44), so ergibt sich daraus ein stumpferes Octaeder (Fig. 45), dessen größeres oder geringeres Zusammengedrücktsein von der Neigung der neuen Flächen abhängt.

2) Octaeder in diagonaler Stellung (octaëdre inverse). — Durch die Abstumpfung der Gipfelkanten (Fig. 46) entsteht ein neues stumpferes Octaeder (Fig. 47), dessen Flächen in diagonaler Stellung gegen das erstere liegen. Dies wird noch durch die Veränderung an der Spitze durch vier den Kanten zugekehrte Flächen (Fig. 48) bewirkt; der neue Körper wird mehr oder weniger zusammengedrückt, je nachdem die Combinationsflächen mehr oder weniger gegen die Are des alten Körpers geneigt ist.

Die Veränderung an den Seitenecken, jede durch zwei Flächen (Fig. 49), führt zu spitzern Octaedern in diagonaler Stellung (Fig. 50).

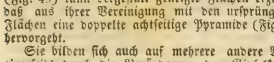
Diese Formen in normaler und diagonaler Stellung bilden sich an einem bestimmten Parallelipiped, die einen durch Abstumpfung der Ecken (Fig. 51), die andern durch die Abstumpfung der Kanten (Fig. 39). Die verschiedenen Grade von Schärfe sind von der größeren oder geringeren Neigung der neuen Flächen abhängig.



§. 17. **Uebergang in die achtseitige Doppelpyramide.** — Die Veränderung an den Seitenecken (Fig. 49) kann dergestalt geneigte Flächen erzeugen, daß aus ihrer Vereinigung mit den ursprünglichen Flächen eine doppelte achtseitige Pyramide (Fig. 52) hervorgeht.

Sie bilden sich auch auf mehrere andere Arten: einerseits durch die Veränderung der Gipfelkanten, jede durch zwei Flächen (Fig 53), anderseits durch die Veränderung an den Spitzen, je durch acht Flächen (Fig. 54), und endlich durch die Veränderung an den Seitenecken, je durch vier Flächen (Fig. 55). In den beiden ersten Fällen sind die Doppelpyramiden stumpf, im dritten spitz (Fig. 56). Die beiden Pyramiden würden durch ein achtseitiges Prisma von einander getrennt sein, wenn das Octaeder zu gleicher Zeit an den vier Seitenkanten und den vier entsprechenden Ecken abgestumpft würde, wie Fig. 34 und 36.

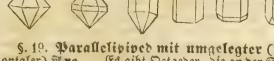
Diese verschiedenen Arten von Körpern werden auf den Parallelipipeden durch die Veränderung an den Ecken, je durch zwei mehr oder weniger schiefe Flächen, erzeugt (Fig. 57).



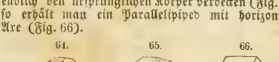
§. 18. **Sechsseitige Pyramide und sechsseitiges Prisma.** — Bei gewissen Octaedern finden die seitlichen Veränderungen nur an zwei entgegengesetzten Ecken Statt; wenn alsdann die Flächen gehörig geneigt sind, so entsteht eine doppelte sechsseitige Pyramide (Fig. 58).

Die beiden Spitzen würden durch ein sechsseitiges Prisma von einander getrennt sein (Fig. 59, 60), wenn sich mit der Abstumpfung der vier Seitenkanten des Octaeders (Fig. 36) die Hälfte der Abstumpfungen der Ecken (Fig. 34), wechselsweise genommen, verbände.

Wenn eines der Parallelipipeden nur noch an zwei entgegengesetzten Kanten eine Veränderung erlitte, so würde man das sechsseitige Prisma bekommen (Fig. 61). Auf diesem Prisma würde man durch Abstumpfung der Kanten der Grundfläche eine Pyramide erhalten (Fig. 62), was zu einem mehr oder weniger länglichen Pyramidenprisma führen würde (Fig. 59, 60). Eine andere Pyramide würde durch Abstumpfung der Ecke entstehen (Fig. 63).

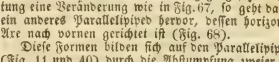


§. 19. **Parallelipiped mit umgelegter** (horizontaler) **Axe.** — Es gibt Octaeder, die an der Spitze durch Gegenflächen (Fig. 64) und zugleich an zwei entgegengesetzten Kanten der Grundfläche verändert werden. Wenn sich die neuen Flächen ausdehnen und endlich den ursprünglichen Körper verdecken (Fig. 65), so erhält man ein Parallelipiped mit horizontaler Axe (Fig. 66).



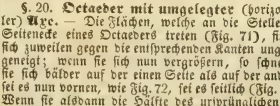
Erleidet das Octaeder in entgegengesetzter Richtung eine Veränderung wie in Fig. 67, so geht daraus ein anderes Parallelipiped hervor, dessen horizontale Axe nach vornen gerichtet ist (Fig. 68).

Diese Formen bilden sich auf den Parallelipipeden (Fig. 11 und 40) durch die Abstumpfung zweier entgegengesetzter Kanten an jeder Grundfläche, wie Fig. 69 und 70.



§. 20. **Octaeder mit umgelegter** (horizontaler) **Axe.** — Die Flächen, welche an die Stelle der Seitenecke eines Octaeders treten (Fig. 71), finden sich zuweilen gegen die entsprechenden Kanten ungleich geneigt; wenn sie sich nun vergrößern, so schneiden sie sich bälder auf der einen Seite als auf der andern, sei es nun vornen, wie Fig. 72, sei es seitlich (Fig. 73). Wenn sie alsdann die Hälfte des ursprünglichen Octaeders verschwinden lassen, so gehen daraus zwei neue Körper von der nämlichen Art, mit horizontalen Aren, hervor (Fig. 74 und 75).

Aus einem Parallelipiped entstehen durch Abstumpfung der Hälfte seiner Winkel, wie Fig. 76, 77, diese Arten von Octaeder leicht.



Durch diese zweite Reihe von Beobachtungen lernt man verschiedene Arten von Octaedern, Parallelipipeden und pyramidale Körper kennen, die sich immer

noch aufeinander beziehen, wie verschieden sie auch dem Anscheine nach sein mögen. Es sind hier auch noch andere zu unterscheiden.

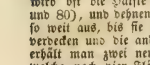
3) Veränderungen an den schiefen Körpern.

§. 21. Bei den jetzt betrachteten Parallelipipeden, Prismen, Octaedern und den verschiedenen pyramidalen Körpern sind die Flächen in Beziehung auf eine senkrechte Are geordnet; aber es gibt auch Krystalle, wo man eine mehr oder weniger ausgesprochene Schiefe bemerkt, und wenn man, diese Schiefe abgerechnet, einerseits noch Resultate erkennt, die den bereits angegebenen analog sind, so findet man anderseits auch neue, die man nothwendig studiren muß.

§. 22. **Verschiedene Octaederarten.** — Es gibt drei Arten von Octaedern, die unter den vorhergehenden sich nicht finden; sie sind folgende:

1) An einem schiefen Parallelipiped (Fig. 78) wird oft die Hälfte der Ecken abgestumpft (Fig 79 und 80), und dehnen sich alsdann die neuen Flächen so weit aus, bis sie die ursprünglichen Seitenflächen verdecken und die andern in Dreiecke umwandeln, so erhält man zwei neue Octaeder (Fig. 81 und 82), welche noch vier Flächen vom Parallelipiped beibehalten.

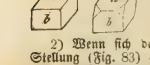
78. 79. 80. 81. 82.



2) Wenn sich das Parallelipiped in diagonaler Stellung (Fig. 83) an den entgegengesetzten Ecken a und b (Fig. 84) verändert, so entsteht durch hinreichende Ausdehnung der neuen Flächen ein neues Octaeder (Fig. 85), welches noch die Spuren der sechs Parallelipipedflächen zeigt.

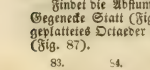
Findet die Abstumpfung an der Ecke c und dessen Gegenecke Statt (Fig. 86), so kann daraus ein abgeplatteites Octaeder der nämlichen Art hervorgehen (Fig. 87).

83. 84. 85. 86. 87.



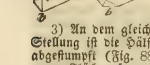
3) An dem gleichen Parallelipiped in diagonaler Stellung ist die Hälfte der Kanten der Grundflächen abgestumpft (Fig. 88 oder 89); dehnen sich nun die neuen Flächen so aus, daß sie die Grundfläche verdecken und die Seitenflächen in Dreiecke verwandeln, so ergeben sich daraus neue Octaeder (Fig. 90, 91), bei welchen sich noch vier der ursprünglichen Flächen finden. So haben wir nun sechs Arten von Octaedern, die alle von denen verschieden sind, die wir bis jetzt gesehen haben.

88. 89. 90. 91.



§. 23. **Parallelipiped von verschiedener Schiefheit.** — Ein (wie Fig. 78) schiefes Parallelipiped ist oft nur an einer einzigen Kante jeder Grundfläche verändert, wie Fig. 92 oder 93. Die neue Fläche kann sich nun verlängern, daß dadurch die

92. 93. 94. 95. 96. 97.



ursprüngliche Grundfläche verdeckt wird, und es bilden sich neue Parallelipipeden (Fig. 94 oder 95), die sich mehr oder weniger schief, als das vorhergehende, das eine in der nämlichen Richtung, das andere in umgekehrter, zeigen.

Bei den Veränderungen an den Ecken geschieht es auch, daß die neuen Flächen die Grundflächen verschwinden lassen, und daß sich noch neue schiefe Parallelipipeden bilden (Fig. 96, 97).

Unter allen möglichen Neigungen der neuen Flächen (Fig. 84 oder 93) können sich gerade Parallelipipeden bilden.

§. 24. **Eine andere Bildung von Parallelipipeden.** — Es gibt unter allen schiefen Parallelipipeden (Fig. 83) solche, deren sämmtliche gleiche Flächen regelmäßig um eine senkrechte Are herumliegen, die durch a und b hindurchgeht, und die man alsdann senkrecht stellen kann, wie Fig. 98. Diese Arten von Parallelipipeden können auf vier verschiedene Weisen unendlich viele andere von derselben Art hervorbringen:

1) indem sie sich an den Kanten verändern, welche an der Spitze zusammenlaufen (Fig. 99), was bei einer hinlänglichen Ausdehnung der neuen Flächen zu dem Körper (Fig. 100) und endlich zu dem Parallelipiped mit verwendeter Stellung (Fig. 101) führt;

2) indem sie sich an den Spitzen durch drei Flächen verändern (Fig. 102), was einen Körper gibt, wie der vorige (Fig. 103), von dem eine unendliche Anzahl

98. 99. 100. 101.

102. 103. 104. 105.

Arten, je nach der größeren oder geringeren Neigung der Combinationsflächen, vorhanden sein können;

3) indem sie sich durch drei Flächen verändern, die der des Parallelipipeds zugekehrt sind (Fig. 104), wodurch ein Körper von der gleichen Stellung, wie der, von dem man ausgeht, entsteht (Fig. 105);

4) indem sie sich an den sechs Seitenecken (Fig. 106) durch mehr oder weniger geneigte Flächen verändern; dadurch entsteht eine große Anzahl mehr oder weniger spitzer Parallelipipeden, die bald in verwendeter Stellung (Fig. 107, 108), bald in normaler (Fig. 109) sich befinden, was von der größeren Schiefheit der Combinationsflächen gegen die eine oder andere Spitze herkommt.

106. 107. 108. 109.

§. 25. **Doppelpyramidale Dodecaeder.** — Manchmal vergrößern sich die Combinationsflächen (Fig. 106) dergestalt, daß die übrigen in Dreiecke verwandelt werden; dadurch entsteht nun ein Dodecaeder (Fig. 110), welches regelmäßig ist, wenn die neuen Flächen so geneigt sind, daß sie ein Parallelipiped in verwendeter Stellung erzeugen, das ganz mit dem identisch ist, von dem man ausgeht. Jedes stumpfe oder spitze Parallelipiped kann sein verwendetes haben, und eine unendliche Anzahl von Dodecaedern geht aus deren Vereinigung hervor.

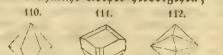
Unabhängig von diesen Dodecaedern, wo sämmtliche Flächen gleichschenklige Dreiecke sind, bilden sich viele andere, die im Allgemeinen ungleichseitige Dreiecke zu Flächen haben. Dieses kann auf vier verschiedene Weisen stattfinden:

1) durch eine Veränderung an den sechs Gipfel-

kanten, je durch zwei Flächen (Fig. 111), welche stumpfe Dodecaeder gibt (Fig. 112), die je nach den gegenseitigen Neigungen der Combinationsflächen unendlich verschiedenartig sind;

2) durch sechs Flächen auf jeder Spitze (Fig. 113), woraus ähnliche Körper hervorgehen;

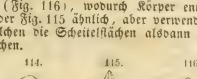
110. 111. 112. 113.



3) durch zwei Flächen an jeder der sechs Seitenecken (Fig. 114), welche mehr oder weniger spitze Körper erzeugen (Fig. 115);

4) durch zwei Flächen auf jeder der sechs Seitenkanten (Fig. 116), wodurch Körper entstehen, die denen der Fig. 115 ähnlich, aber verwendet sind, und bei welchen die Scheitelflächen alsdann den Kanten entsprechen.

114. 115. 116.

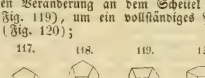


Es muß hier bemerkt werden, daß jedem durch die Veränderung gebildeten Körper (Fig. 114) immer ein identischer in verwendeter Stellung, wie Fig. 116, entspricht.

§. 26. **Bildung hexagonaler Prismen.** — Wir haben bereits Körper dieser Art durch die Veränderungen an den Seitenkanten gewisser Parallelipipeden sich bilden sehen, §. 18; allein es bieten die schiefen Krystalle, womit wir uns beschäftigen, auch noch andere dar, die sich auf zweierlei Art bilden:

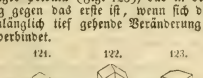
1) durch eine Veränderung an den Seitenecken in Figur 106, wenn die neuen Flächen mit der Are parallel sind; durch Ausdehnung erhält man neue Körper (Fig. 117, 118), und nur einer tief genug gehenden Veränderung an dem Scheitel bedarf es noch (Fig. 119), um ein vollständiges Prisma zu haben (Fig. 120);

117. 118. 119. 120.



2) durch eine Veränderung an den Seitenkanten (Fig. 121), die parallel mit der Are stattfindet, was durch Ausdehnung ein anderes pyramidales Prisma (Fig. 122) gibt; daraus ergibt sich folglich ein zweites sechsseitiges Prisma (Fig. 123), das in verwendeter Stellung gegen das erste ist, wenn sich damit auch eine hinlänglich tief gehende Veränderung an jeder Spitze verbindet.

121. 122. 123.



Eintheilung der Krystalle in sechs Gruppen.

§. 27. Es lehrt uns die Beobachtung, daß das gleichzeitige und nichtgleichzeitige Auftreten der Combinationsflächen an den gleichnamigen Theilen nicht die Wirkungen des Zufalls sind; es zeigt sich in dieser Hinsicht eine Beständigkeit in den Ergebnissen der einen und andern Art, deren Ursache man nothwendig in besondern Eigenschaften suchen muß, welche die veränderten Körper besitzen. Diese Eigenschaften, die wir nun näher betrachten wollen, begründen die bereits (§. 11) erwähnten sechs Krystallgruppen.

Erste Krystallgruppe.
Reguläres Octaeder, Würfel u. s. w.

§. 28. **Physikalische Charaktere.** — Unter allen Octaedern, welche die leblosen Körper darzustellen vermögen, gibt es eines (Fig. 124), welches die Eigenschaft hat, daß es an allen seinen gleichnamigen Theilen zugleich auf dieselbe Weise Veränderungen erleidet; d. h.

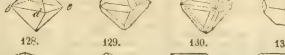
1) daß alle seine Kanten zugleich verändert sind, durch eine oder durch zwei Flächen (Fig. 125 oder 126);

2) daß an der Stelle aller Ecken zugleich bald eine Fläche (Fig. 127), bald vier, den Flächen zugekehrt (Fig. 128), oder den Kanten (Fig. 129), oder sogar acht Flächen erscheinen.

Das Parallelipiped, welches sich an dieses Octaeder anschließt (Fig. 130), zeigt analoge Eigenschaften: alle Kanten werden durch eine (Fig. 131) oder durch zwei Flächen (Fig. 132) zugleich verändert; alle Ecken erleiden zugleich eine Veränderung, es erscheinen eine Fläche (Fig. 133), oder drei (Fig. 134 und 135), oder endlich sechs.

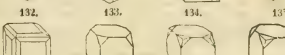
In Folge dieser Eigenschaften bilden sich alle Körper, deren Entstehung wir gezeigt haben (Fig. 6 bis 34), aber nie einer von solchen, die nachher vorkommen.

124. 125. 126. 127.



128. 129. 130. 131.

132. 133. 134. 135.



§. 29. **Geometrische Charaktere.** — Das Maß der Flächenwinkel zeigt, daß dieses Octaeder aus Flächen gebildet ist, welche dieselbe Neigung gegen einander haben, und daß derselbe Fall bei den correspondirenden Parallelipipeden eintritt, dessen sämmtliche Flächen sich unter einem Winkel von 90° schneiden.

Die Messungen bei verschiedenen Combinationen haben gezeigt, daß jede Art von neuen Flächen sich unter derselben Anzahl von Graden gegen die anliegenden Flächen des ursprünglichen Körpers neigen.

Diese Beobachtungen führen auf andere Charaktere, welche den Vortheil der Kürze und Eleganz vor der ersten voraus haben. Man folgert daraus:

1) daß das Tetraeder, welchem man in dieser Gruppe begegnet, das regelmäßige Tetraeder der Geometrie ist, dessen Flächen gleichseitige Dreiecke sind, und welche alle unter sich eine Neigung von 70° 31′ 44″ haben;

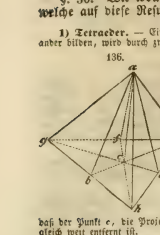
2) daß das Octaeder, das regelmäßige Octaeder ist, aus acht gleichseitigen Dreiecken gebildet, die unter einem Winkel von 109° 28′ 16″ gegen einander geneigt sind;

3) daß das Parallelipiped, welches sich hier findet, der Würfel ist, welcher aus sechs quadratischen Flächen zusammengesetzt ist.

§. 30. Wir wollen einige Erläuterungen geben, welche auf diese Resultate Bezug haben.

1) Tetraeder. — Ein Winkel, welchen zwei Flächen mit einander bilden, wird durch zwei in einem Punkte der Durchschnittslinie in beiden Ebenen errichteten Perpendikel gemessen. Es sei *ac* (Fig. 136) senkrecht auf der Grundfläche des Körpers, *ab* und *bc* senkrecht auf der Kante *gh*, so ist *abc* das Maß der Neigung der beiden Ebenen (Neigungswinkel). Das Gleiche gilt für *ade*, *afe*, welche die Neigungswinkel der andern Ebenen sind.

136.



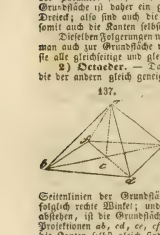
Nun zeigt die Beobachtung, daß alle Flächen der Tetraeder in dieser Gruppe gegen einander gleiche Neigung haben, daher sind sämmtliche Dreiecke *abc*, *acd*, *aef* einander gleich, und folglich die Linien *cb*, *cd*, *cf* gleich groß, so daß der Punkt *c*, die Projektion der Spitze, von allen drei Seiten gleich weit entfernt ist.

Aus dem Gegebenen und aus der gleichen Neigung aller Ebenen, die sich zur Spitze erheben, schließt man, daß die Spuren auf der Projektionsebene, welche nichts als die Seitenlinien der Grundfläche der Pyramide sind, auch unter sich gleiche Winkel bilden; diese Grundfläche ist daher ein gleichwinkliges und folglich gleichseitiges Dreieck; alle sind auch die Projektionen der Kanten *eg*, *ei*, *ek* und somit auch die Kanten selbst einander gleich.

Diesen Folgerungen würden hinzufügen, welche von diesen Flächen man auch zur Grundfläche wählen würde; daraus geht hervor, daß sie alle gleichseitige und gleiche Dreiecke darstellen.

2) Octaeder. — Da alle Flächen der einen Pyramide gegen die der andern gleich geneigt sind, wenn man in Fig. 24 durch die Kanten *bd* und *de* eine Ebene durchgeleitet denkt, so wird man eine Pyramide (Fig. 137) abschneiden, deren vier Flächen gegen die Grundfläche gleich geneigt sind, so daß die Projektion *c* der Spitze gleichweit von den vier Seiten absteht.

137.



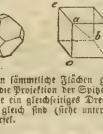
Nach dieser Voraussetzung haben die Flächen, welche zur Spitze aufsteigen, gegen einander gleiche Neigung, und ihre Spuren, welche die Seitenlinien der Grundfläche sind, bilden auch unter sich gleiche spitzige rechtwinkelige Winkel; und weil die Seiten vom Punkt *c* gleichweit abstehen, ist die Grundfläche ein Quadrat. Hieraus folgt, daß die Projektionen *ab*, *cd*, *ce*, *cf* den aufsteigenden Kanten, und folglich die Kanten selbst gleich sind.

Da nun alle Flächen unter sich gleiche Neigung haben, wenn man irgend eine Ecke des Octaeders als Spitze annimmt, so wird man dasselbe Resultat erhalten und daraus schließen, daß alle Kanten gleich sind; daher ist das Charakteristische des regulären Octaeders, daß alle Flächen gleichseitige Dreiecke bilden.

3) Parallelipiped. — Weil alle Flächen rechtwinklig sind, so ist der Körper rechtwinklig und aufrechtstehend; insofern aber die Flächen, welche er auf dem Octaeder (Fig. 138) darstellt, gleiche Neigung gegen die anliegenden Flächen haben, folgt daraus hervor, daß, wenn man sich in a (Fig. 139) verweilen, alle gegen die Diagonale *ab* gleich geneigt sind. Legt man daher durch die drei Punkte *c*, *d*, *e* eine Ebene, so wird man eine Art Tetraeder abschneiden, dessen sämmtliche Flächen gegen die Grundfläche gleich geneigt sind, wo der Projektion der Spitze in den Mittelpunkt fällt, wo die Grundfläche ein gleichseitiges Dreieck bildet und wo die aufsteigenden Kanten gleich sind (siehe unter 1); dieses Parallelipiped ist daher ein Würfel.

138.

139.



Zweite Krystallisation.

Octaeder und Prismen mit quadratischer Grundfläche.

§. 31. Physikalische Charaktere. — Gewisse Octaeder (Fig. 140) haben, anstatt zugleich an allen Kanten Veränderungen zu erleiden, wie das Vorhergehende, oft nur an den Seitenkanten (Fig. 141, 142), oder an den aufsteigenden Kanten (Fig. 143 oder 144), durch eine oder zwei Flächen solche erhalten.

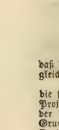
In Beziehung auf die Ecken theilten sich diese Veränderungen auch in zwei Arten: entweder erfolgen, solche nur an den Ecken der Spitzen (Fig. 145 bis 147) vermittelst einer oder vier Flächen, oder an den Seitenecken (Fig. 148 bis 151); aber im letzten Falle erscheinen die gegen die Kanten gekehrten Combinationsflächen nur paarweise, (Fig. 150 oder 151).

Ebenso verhalten sich die Octaeder in diagonaler Stellung.

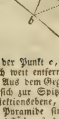
Ein Parallelipiped dieser Gruppe (Fig. 152) verändert sich nur an den Seitenkanten (Fig. 153), was dem Parallelipiped in verwendeter Stellung Gelegenheit gibt aufzutreten (Fig. 154). Sonst findet nur an den Kanten der Grundflächen eine Veränderung Statt (Fig. 155).

Was die Ecken anbelangt, so werden sie bei dem einen oder andern dieser Parallelipipeden durch eine (Fig. 156) oder durch zwei Flächen (Fig. 157) verändert, nie aber durch drei, wie in der ersten Gruppe.

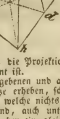
140.



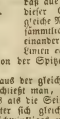
141.



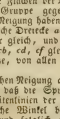
142.



143.



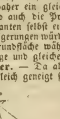
144.



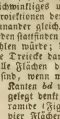
145.

146.

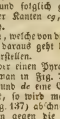
147.



148.



149.

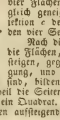


150.

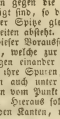
151.

152.

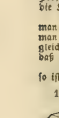
153.



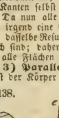
154.



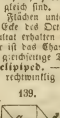
155.



156.



157.



Aus diesen Eigenschaften ersieht man, daß in dieser Gruppe eine große Anzahl von Octaedern in normaler oder diagonaler Stellung, zwei Parallelipipeden in verkehrter Stellung, und achtseitige Prismen und Pyramiden auftreten können; mit einem Wort, alle Körper, deren Entstehung wir §. 15 bis 17 gezeigt haben.

§. 32. **Geometrische Charaktere.** — Die Messung der Kantenwinkel zeigt, daß bei keinem Octaeder dieser Gruppe die Flächen gleiche Neigung gegen einander haben, was das reguläre Octaeder charakterisirte. Es sind immer zwei entgegengesetzte Spitzen a und g (Fig. 140) vorhanden, um jede derselben liegen vier aufsteigende Flächen, welche gleich gegen einander geneigt sind; aber die Flächenwinkel von einer Spitze zur andern sind verschieden, obgleich auch alle unter sich gleich sind.

Anderseits zeigen nicht alle Combinationsflächen an den gleichnamigen Theilen dieselbe Neigung gegen die anliegenden Flächen des veränderten Körpers. Die Flächen a (Fig. 141) neigen sich gleich und unter einem bestimmten Winkel gegen die anliegenden Flächen; dagegen neigen sich die Flächen b (Fig. 143) zwar noch gleich aber unter einem andern Winkel. Dasselbe findet bei den Flächen c (Fig. 145), verglichen mit den Flächen d (Fig. 148), Statt: bei jeder Species ist die Neigung der Combinationsfläche gleich gegen die vier anliegenden Flächen, aber in jeder Species ist der Winkel verschieden.

Derselbe Fall tritt beim Parallelipiped ein; die Combinationsflächen f (Fig. 153) neigen sich gleich gegen ihre nebenliegenden Flächen, und ganz auf dieselbe Art: die Flächen i (Fig. 155) neigen sich gegen die Grundflächen und Seitenflächen ungleich, aber alle auf dieselbe Weise. Auf den Ecken neigen sich die Flächen k (Fig. 156) gleich und auf dieselbe Art gegen die Seitenflächen, aber sie machen einen andern Winkel mit der Grundfläche.

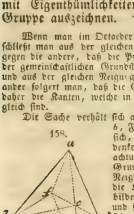
Hieraus folgt, daß die Octaeder dieser Gruppe eine quadratische Basis haben; daß die aufsteigenden Kanten alle gleich sind und eine bestimmte Länge haben, während die der gemeinschaftlichen quadratischen Grundfläche eine von jener verschiedenen Länge besitzen.

Die Parallelipipeden, welchen man in dieser Gruppe begegnet, sind sehr verschieden von dem der vorhergehenden Gruppe. Die Flächen sind noch rechtwinklig, aber die Grundflächen sind Quadrate, während die Seitenflächen Rechtecke sind; d. h. diese Körper sind Prismen mit quadratischer Grundfläche.

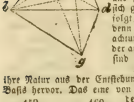
§. 33. Diese Resultate sind noch leicht darzuthun und sind gewissermaßen nur Folgerungen aus den vorhergehenden Beobachtungen (§. 30), verbunden mit Eigenthümlichkeiten, welche die gegenwärtige Gruppe auszeichnen.

Wenn man im Octaeder (Fig. 140) ay als Are annimmt, so schließt man aus der gleichen Neigung der Flächen einer Pyramide gegen die andere, daß die Projection der Spitze in den Mittelpunkt der gemeinschaftlichen Grundfläche fallen wird (§. 30, 2.); hieraus und aus der gleichen Neigung der aufsteigenden Flächen gegen einander folgert man, daß die Grundflächen ein Quadrat sind, und daß daher die Kanten, welche in den Spitzen a und g zusammenlaufen, gleich sind.

Die Sache verhält sich anders bei einer andern Spitze, z. B. b, Fig. 140. Die Pyramide, welche man sich, wie in Fig. 158, in zwei gleichseitige dreiseitige kann, hat allerdings nach der Beobachtung zwei Flächen, die zwar gegen die Grundfläche, aber nicht unter sich gleiche Neigung haben, daher die Winkel, welche die Kanten der Grundfläche mit einander bilden, ungleich sind. Der Winkel bei d und sein gegenüber liegender bei f sind unter sich gleich, ebenso die bei a und g, woraus folgt, daß die Grundfläche ein Rhombus ist, denn die Kanten sind nach der ersten Beobachtung gleich; aber die Projectionen ea, ed der aufsteigenden Kanten sind ungleich, daher sind es auch diese Kanten selbst.



Was die Prismen anbelangt, so geht ihre Natur aus der Entstehung auf dem Octaeder mit quadratischer Basis hervor. Das eine von ihnen bildet sich durch die Vereinigung der Combination (Fig. 145 und 148), worauf der Polyeder (Fig. 150) entsteht. Die Flächen a sind nämlich alle gleich und unter einem bestimmten Winkel gegen die an liegenden Flächen, die Flächen b aber unter einem andern Winkel geneigt, so daß, wenn sie sich berühren, um die



Ecke e des Parallelipipeds zu bilden (Fig. 160), die beiden Seitenflächen gegen die Are ed eine bestimmte Neigung haben, während die Grundfläche anders geneigt ist.

Hieraus geht hervor, daß in dem Tetraeder, den man abschneiden könnte, indem man durch e, f und g eine Ebene legt, die Projection der Spitze in gleiche Entfernung von den Seiten ef, gf, aber in verschiedene von eg zu liegen käme. Die Grundfläche würde daher ein gleichschenkliges Dreieck bilden, und die Projectionen der Kanten eg, ee würden gleich, die Projection der ef aber davon verschieden sein. Dies zeigt der Polyeder der beiden ersten Kanten und die Verschiedenheit der dritten an. Folglich ist die Grundfläche ein Quadrat und sind die Seitenflächen Rechtecke.

Dasselbe Resultat würde man für das Prisma in diagonaler Stellung finden, das aus dem Octaeder in diagonaler Stellung auf dieselbe Weise wie das vorhergehende entsteht.

Dritte Krystallgruppe.

Rechtwinklige und rhombische Octaeder und Prismen.

§. 34. **Physikalische Charaktere.** — Es gibt Octaeder, (Fig. 161), die sogar nicht nothwendiger Weise an allen Seitenkanten zugleich eine Veränderung erleiden. Oefters sind daran nur zwei, dadurch eine (Fig. 162 oder 163), bald durch zwei Flächen verändert.

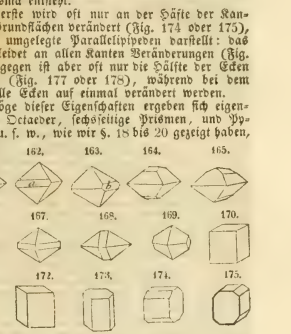
Auch erscheinen oft an der Spitze nur zwei Flächen (Fig. 164 oder 165), anstatt der vier, wie in Fig. 146.

Die Octaeder in diagonaler Stellung, (Fig. 166) verhalten sich anders: die vier Seitenkanten werden immer zugleich verändert, (Fig. 167); aber oft ist nur die Hälfte der aufsteigenden Kanten verändert, z. B. Fig. 168; dasselbe gilt von den Seitenecken, wie in Fig. 169.

Auch die Parallelipipeden haben besondere Eigenschaften: das eine (Fig. 170) kann zugleich an allen Seitenkanten Veränderungen erleiden (Fig. 171); das andere gegen das erste in diagonaler Stellung (Fig. 172) wird öfters nur an der Hälfte der Kanten verändert (Fig. 173), wodurch ein sechsseitiges Prisma entsteht.

Das erste wird oft nur an der Hälfte der Kanten der Grundflächen verändert (Fig. 174 oder 175), indem es ungelegte Parallelipipeden darstellt: das zweite erleidet an allen Kanten Veränderungen (Fig. 175); dagegen ist aber oft nur die Hälfte der Ecken verändert (Fig. 177 oder 178), während bei dem andern alle Ecken auf einmal verändert werden.

Vermöge dieser Eigenschaften ergeben sich eigenthümliche Octaeder, sechsseitige Prismen, und Pyramiden u. s. w., wie wir §. 18 bis 20 gezeigt haben,



was nicht verhindert, daß viele Formen mehr oder minder Aehnlichkeit haben mit denen der vorhergehenden Gruppe.

§. 35. **Geometrische Charaktere.** — Die Octaeder dieser Gruppe sind so beschaffen, daß die Flächen m und n (Fig. 161), unter einem gewissen, und die Flächen o und p unter einem andern Winkel geneigt sind; aber gegen dieselbe Spitze sind die Flächen unter sich gleich geneigt. Von den Combinationsflächen a und b (Fig. 162 und 163) neigt sich jede gleich gegen die zwei anliegenden Flächen: aber die eine unter einem gewissen, die andere unter einem verschiedenen Winkel.

Das eine der Parallelipipeden (Fig. 170) ist rechtwinklig, aber das andere (Fig. 172) schließt zwischen seinen Seitenflächen zweierlei Winkel ein. Das erste ist dadurch charakterisirt, daß die Combinationsflächen der Seitenkanten ungleiche Neigung gegen die anliegenden Flächen haben; bei dem andern sind dagegen diese Neigungen gleich, aber zwei gegenüberliegende Seiten bilden einen gewissen Winkel, der verschieden ist von dem der beiden andern u. s. w.

Bei den Octaedern in diagonaler Stellung (Fig. 166) sind alle Flächen um eine Spitze gleich geneigt gegen die der andern; aber die aufsteigenden Flächen bilden wechselsweise zwei Arten von Neigungen: die eine von m gegen o, die andere von m oder o gegen die Gegenseite.

Aus dem Angeführten folgt, daß die Octaeder in normaler Stellung zur Basis ein Rechteck, die Octaeder in diagonaler Stellung zur Basis einen Rhombus haben, und daß von zwei Prismen in verkehrter Stellung gegen einander das eine ein Rechteck, das andere einen Rhombus zur Basis haben.

Die beiden Parallelipipeden haben auch einen Rhombus zur Basis, wenn die Are umgedreht ist.

§. 36. Es genügen uns nun einige Betrachtungen, um diese Resultate darzuthun:

1) Im rechtwinkligen Octaeder (Fig. 161) ergebe sich aus den beiderlei Neigungen der aufsteigenden Flächen gegen die geometrischen Grundkante, daß die Projection der Spitze von unten der Seitenkanten gleichweit, von den beiden andern aber nicht gleichweit absteht; daher hat die Grundfläche ungleiche Seiten (i. §. 30, 2).

Anderseits sind die aufsteigenden Flächen unter sich gleich geneigt, die vier Winkel der Grundfläche sind gleich, folglich rechte; daher ist die Grundfläche ein Rechteck; weil aber die beiden Diagonalen einander gleich sind, sind es auch die aufsteigenden Kanten, deren Projectionen sie sind.

2) Die Charaktere des Octaeders (Fig. 166) sind genau die der Pyramide, welche wir §. 33 betrachtet haben; und durch dieselben Schlüsse demnach man hier, daß die Grundfläche ein Rhombus ist, und daß sich an jeder Spitze zwei Arten von Kanten finden, welche nicht dieselben sind, wie die an der gemeinschaftlichen Grundfläche.

3) Das erste der Prismen, welche wir erhalten haben, ergibt

179. 180.

sich durch Veränderung der Spitze und zugleich der Seitenkanten des Octaeders mit rhombischer Grundfläche (Fig. 179). Jetzt sind die Flächen a, a, c haben nämlich eine verschiedene Neigung gegen die anliegende Fläche des Octaeders, so daß, wenn sie sich vereinigen, um die Ecke

(Fig. 180) zu bilden, sie gegen die Are cf ungleich geneigt sind. Daraus geht hervor, daß in dem Tetraeder, den man abschneiden konnte, indem man durch c, g und h eine Ebene durchlegen würde, die Projection der Spitze in ungleiche Entfernung von allen drei Seiten fallen würde, die Projectionen der drei aufsteigenden Kanten wären alle drei ungleich, und folglich die Kanten selbst: daher hat der rechtwinklige Körper seine drei ungleichen Dimensionen.

4) Das zweite Parallelipped erhielt entlich durch Veränderung der sechs Ecken des rechtwinkligen Octaeders (Fig. 181). Die Flächen b nämlich

181. 182.

bilden mit den beiden nebenstehenden Winkel mit e, und die Fläche e einen verschiedenen, so daß, wenn sie sich vereinigen, um den Winkel des Parallelipeds zu bilden (Fig. 182), die Seitenflächen dieselben Winkel mit die Diagonale ab bilden, während die Grundfläche einen andern macht. Hieraus schließt man, wie in §. 33, daß die zwei Kanten der Grundflächen einander gleich sind, die Seitenkanten verschieden sind; weil aber hier die Seitenflächen nicht rechtwinklig auf einander stehen, ist die Grundfläche ein Rhombus anstatt eines Quadrats.

Vierte Krystallgruppe.

Verschiedene schiefe Octaeder und Prismen.

§. 37. **Physikalische Charaktere.** — Wir wollen die große Anzahl von Octaedern und Parallelipeden dieser Gruppe nicht ausführlich betrachten, sondern nur diejenigen, welche scheinbar die meiste Aehnlichkeit mit den vorhergehenden haben, um die Verschiedenheit darzuthun.

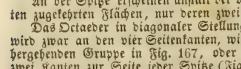
Das Octaeder (Fig. 183) unterscheidet sich wesentlich von den vorhergehenden dadurch, daß es häufig nur an der Hälfte seiner aufsteigenden Kanten (Fig. 184 und 185) Veränderungen erleidet.

An der Spitze erscheinen anstatt der vier den Kanten zugekehrten Flächen, nur deren zwei (Fig. 186).

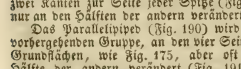
Das Octaeder in diagonaler Stellung (Fig. 187) wird zwar an den vier Seitenkanten, wie in der vorhergehenden Gruppe in Fig. 167, oder auch an den zwei Kanten zur Seite jeder Spitze (Fig. 188), aber nur an den Hälften der andern verändert (Fig. 189).

Das Parallelipped (Fig. 190) wird, wie in der vorhergehenden Gruppe, an den vier Seitenkanten der Grundflächen, wie Fig. 175, aber oft nur an der Hälfte der andern verändert (Fig. 191 und 192). so wie es nur an der Hälfte der Ecken Veränderung erfährt (Fig. 193 oder 194).

153. 184. 185. 186. 187.

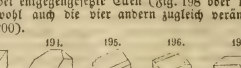


188. 189. 190. 191. 192.



Das Parallelipped in diagonaler Stellung (Fig. 195) verändert sich nur an der Hälfte der Kanten der Grundflächen (Fig. 196 oder 197): häufig findet man nur zwei entgegengesetzte Ecken (Fig. 198 oder 199) oder wohl auch die vier andern zugleich verändert (Fig. 200).

193. 194. 195. 196. 197.



198. 199. 200.

Aus diesen Eigenschaften ergeben sich viele eigenthümliche Octaeder und Parallelipede, deren Entstehung wir §. 22 u. 23 gezeigt haben, unabhängig von allen analogen, schiefen und aufrechten Körpern der vorhergehenden Gruppe.

§. 38. **Geometrische Charaktere.** — Bei den Octaedern in normaler Stellung (Fig. 183) finden sich zwei Arten von Winkeln der obere gegen die untere Pyramide, und zwei Arten von Winkeln zwischen den aufsteigenden Flächen, der eine, welchen m und o mit einander, der andere, welche o mit der Rückseite bilden.

Bei dem Octaeder in diagonaler Stellung (Fig. 187) finden sich zwei Arten von Winkeln an der Grundfläche und drei Arten von Winkeln zwischen den aufsteigenden Flächen.

Im Prisma in normaler Stellung (Fig. 190) bilden die Seitenflächen einen rechten Winkel unter sich, sowie die Grundfläche mit den Seitenflächen a; dagegen mit b und ihrer Gegenseite schiefe Winkel.

Bei dem Prisma in diagonaler Stellung (Fig. 195) gibt es keinen rechten Winkel, indem auch die Grundfläche mit den Seitenflächen schiefe Winkel macht.

Auch die Combinationsflächen sind gegen die anstoßenden Flächen ungleich geneigt, obgleich alle von gleichem Werth dieselbe Neigung haben.

Aus diesem Allem ergeben sich die verschiedenen schiefen Octaeder und Prismen, deren Grundflächen Rechtecke oder Rhomben sind.

Fünfte Krystallgruppe.

Schiefe schiefwinklige Parallelipede.

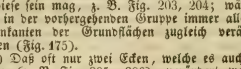
§. 39. Bis jetzt kann man in dieser Gruppe Parallelipede (Fig. 201), die verschiedene Veränderungen erleiden und sich von den vorhergehenden dadurch unterscheiden:

1) Daß sie an zwei entgegengesetzten Seitenkanten verändert werden (Fig. 202) und die Combinationsflächen gegen die anliegenden Flächen ungleiche Neigung haben, wie dies bei rhombischen Prismen der Fall ist (Fig. 173), sie mögen aufrecht oder schief sein.

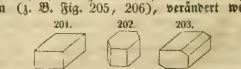
2) Daß es sich oft ereignet, daß sie nur an einer Kante jeder Grundfläche verändert werden, welcher Art diese sein mag, z. B. Fig. 203, 204; während selbst in der vorhergehenden Gruppe immer alle vier Seitenkanten der Grundflächen zugleich verändert wurden (Fig. 175).

3) Daß oft nur zwei Ecken, welche es auch sein mögen (z. B. Fig. 205, 206), verändert werden,

201. 202. 203.



204. 205. 206.



während man in der vorhergehenden Gruppe häufig vier Winkel zugleich verändert fand (Fig. 193, 194, 200).

Diese Eigenthümlichkeiten führen zu dem Schluß, daß diese Parallelipipeden nicht allein schief sind, sondern daß auch ihre Grundfläche ein schiefwinkliges Parallelogramm ist, d. h., daß sie weder rechtwinklig noch rhombisch sind.

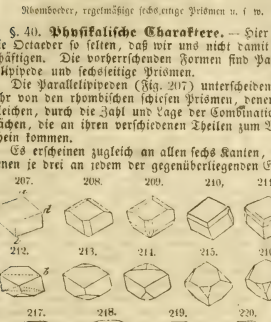
Sechste Krystallgruppe.

Rhomboeder, regelmäßige sechsseitige Prismen u. s. w.

§. 40. **Physikalische Charaktere.** — Hier sind die Octaeder so selten, daß wir uns nicht damit beschäftigen. Die vorherrschenden Formen sind Parallelipipede und sechsseitige Prismen.

Die Parallelipipeden (Fig. 207) unterscheiden sich sehr von den rhombischen schiefen Prismen, denen sie gleichen, durch die Zahl und Lage der Combinationsflächen, die an ihren verschiedenen Theilen zum Vorschein kommen.

Es erscheinen zugleich an allen sechs Kanten, von denen je drei an jedem der gegenüberliegenden Ecken



a und b zusammenstoßen, bald eine, bald zwei Flächen (Fig. 208, 209).

Dieselbe Veränderung durch eine oder zwei Flächen widerfährt auch zugleich den sechs übrigen Kanten (Fig. 210, 211). Hiedurch zeigt sich eine große Verschiedenheit von den vorhergehenden schiefen Prismen, die nur an vier Kanten verändert werden, was wir so eben angeführt haben (Fig. 197, 196).

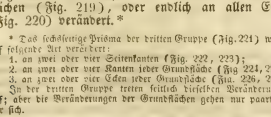
Auch erscheint bei diesen Parallelipipeden, wie bei den schiefen Prismen (Fig. 198), je eine Fläche an den entgegengesetzten Spitzen (Fig. 212), so daß eine Art Octaeder entsteht; aber weit öfter erscheinen drei Flächen, gegen die des Körpers (Fig. 213) oder gegen die Kanten gedredt (Fig. 214). Eine noch größere Verschiedenheit ist die, daß die sechs andern Ecken alle zugleich (Fig. 215), ja sogar durch zwei Ebenen (Fig. 216) verändert werden; während bei dem gewöhnlichen schiefen Prisma oft nur vier dieser Ecken zugleich eine Veränderung erleiden (Fig. 200), während die zwei übrigen abgesondert verändert werden (Fig. 199).

Das sechsseitige Prisma dieser Gruppe (Fig. 217) wird auf einmal zugleich an allen Seitenkanten (Fig. 218), oder auch an allen Kanten der Grundflächen (Fig. 219), oder endlich an allen Ecken (Fig. 220) verändert. *

* Das sechsseitige Prisma der dritten Gruppe (Fig. 221) wurde auf folgende Art verändert:

1. an zwei oder vier Seitenkanten (Fig. 222, 223);
2. an zwei oder vier Kanten jeder Grundfläche (Fig. 224, 225);
3. an zwei oder vier Ecken jeder Grundfläche (Fig. 226, 227).

In der dritten Gruppe treten restlich dieselben Veränderungen auf; aber die Veränderungen der Grundflächen gehen nur paarweise vor sich.



Nach diesen Eigenschaften entstehen aus dem Körper eine große Anzahl mehr oder weniger scharfer Parallelipipeden, in normaler und verwendeter Stellung, eben so wie die Prismen und Dodecaeder, deren Entstehung wir §. 24 bis 26 nachgewiesen haben.

§. 41. **Geometrische Charaktere.** — Das Messen der Winkel zeigt, daß in den Parallelipipeden dieser Art die drei Flächen, welche an den Scheiteln a oder b zusammenstoßen, unter sich gleiche Neigung haben; ferner, daß die an den Scheiteln gebildeten Flächen a oder b (Fig. 212) gegen die drei anstoßenden Flächen gleich geneigt sind. Aus diesen Thatsachen schließt man, daß alle Kanten des Körpers gleich sind, und da man überdies keinen rechten Winkel findet, so geht daraus hervor, daß alle Flächen gleiche Rhomben sind, die symmetrisch um eine Axe a b liegen. Dieser Körper erhält wegen der Form seiner Flächen den Namen Rhomboeder. *

Bei dem sechsseitigen Prisma haben alle sechs Seitenflächen unter sich eine Neigung von 120°; dies ist der Charakter des **regelmäßigen sechsseitigen Prisma**.

§. 42. **Krystallsysteme. Reduction der Krystalle auf sechs Formen.** — Nun wird man leicht einsehen, daß die sechs Gruppen, in welche sich alle Formen theilen, durch sämmtliche physikalische und geometrische Eigenschaften der Körper, welche dieselben besitzen, sich wesentlich von einander unterscheiden. Wir haben in der That zwar nur die Octaeder, Parallelipipeden und die Prismen mit sechsseitigen Grundflächen mit einander verglichen; allein die Vergleichung würde man auch zwischen allen andern Körpern machen können, und man würde zu ähnlichen Resultaten gelangen.

Es bilden demnach in jeder Gruppe sämmtliche Formen ein System, in welchem Alles in einem genauen Zusammenhang steht, und welches man in keiner Beziehung mit dem benachbarten System verwechseln kann; dies ist der Grund, warum jede Gruppe auch mit dem Namen **Krystallsystem** bezeichnet wird. Wählt man zur Vergleichung z. B. das Parallelipiped, so wird man haben:

1) Das **tesserale** (reguläre) **System**, wohin der Alaun, das Kochsalz, der Diamant, der Granat u. s. w. gehören.

2) Das **quadratische prismatische System**, auf das sich z. B. das Zinnerz, das Calomel u. s. w. beziehen.

3) Das **prismatische rectanguläre** oder **rhombische gerade System**, wohin der Topas, der Schwefel, der Schwerspath, das schwefelsaure Blei u. s. w. gehören.

4) Das **prismatische rectanguläre** oder **rhombische schiefe System**, wohin der Gyps, Eisenvitriol, die Oxalsäure u. s. w. gehören.

5) Das **schiefe prismatische System** mit einer Grundfläche von der Form eines **schiefwinkligen Parallelogramms**, auf welches sich unter andern der Kupfervitriol, das viersach oxalsaure Kali, die Para-Weinsteinsäure u. s. w. sich beziehen.

6) Das **rhomboedrische System**, das man bei dem Kalkstein, dem Bergkrystall, dem Smaragd, dem salpetersauren Natron u. s. w. beobachtet.

Wenn wir nun bei jeder Gruppe bemerken, daß sich die verschiedenen Formen leicht von einander ableiten lassen, so schließen wir daraus, daß irgend welche einfache Form jeder Gruppe als Grundform von allen andern betrachtet werden kann; daher beziehen sich alle Krystallformen auf sechs Arten von

* Wenn man eine Ebene betrachtet, die durch die drei, wie c d (Fig. 207), liegenden Diagonalen geht, so wird man ein Tetraeder haben, das man wie §. 30 berechnet, und sie welche man finden wird, daß die Grundfläche ein gleichseitiges Dreieck ist und die aufsteigenden Kanten gleich sind.

Körpern derselben Gattung, welche durch ihre verschiedenen Eigenschaften von einander differiren: es finden sich nämlich sechs Octaederarten, von denen jede ihre besondere Gestalt hat, oder sechs Arten von Parallelipipeden u. s. w.; nur könnte man nicht sagen, daß es auch sechs Arten hexagonaler Prismen gebe, weil die beiden ersten Gruppen diese Art von Formen nicht zulassen: bloß im rhomboedrischen System könnte man noch von dieser Form die übrigen ableiten.

Es genügt demnach, daß man sich eine klare Vorstellung von diesen sechs verschiedenen Körpern mache, um sämmtliche Arten von Krystallformen, die man je unter den unbelebten Körpern zu finden vermag, zu erhalten. Folglich kann auch die ganze Krystallisation einer Substanz, durch eine einzige Form repräsentirt werden, die gehörig gewählt und hinsichtlich ihrer relativen Dimensionen gut bestimmt ist. Eine solche Form nennt man die Grundgestalt oder primitive Gestalt der Substanz.

Wir wollen nun auch näher erörtern, was dies bedeutet. Sämmtliche regelmäßige Körper sind durch sich selbst bestimmt; so sind z. B. ein Würfel, ein regelmäßiges Octaeder, oder ein Tetraeder Körper, von denen jeder für sich allein besteht und keine Varietät zuläßt. Es können aber unendlich viele Prismen mit quadratischen oder rectangulären Grundflächen bestehen, ebenso auch unendlich viele Octaeder mit quadratischen und rectangulären Grundflächen und unregelmäßige Tetraeder; es hängt Alles von dem Verhältniß ab, welches zwischen der Länge gewisser Kanten und der Länge der Kanten einer verschiedenen Art stattfinden kann. Um also eine klare Vorstellung von einem Prisma mit quadratischer Grundfläche zu erhalten, muß man das Verhältniß angeben, das zwischen der Höhe und der Seite der Grundfläche besteht. Man muß z. B. sagen, daß die Grundseite 1 und die Höhe 2, 3 oder 4 u. s. w. beträgt.

Wir werden §. 61 eine Uebersicht von den Mitteln geben, die man besitzt, um eine richtige Wahl der Grundform zu treffen und ihre relativen Dimensionen zu bestimmen.

§. 43. **Gesetz der Symmetrie.** — Wenn man nun die physikalischen und geometrischen Charaktere der Hauptformen jeder Gruppe vergleicht, so stößt man auf eine allgemeine Thatsache, die man das Gesetz der Symmetrie genannt hat: daß nämlich an einem Krystall alle Theile derselben Art zugleich und auf die nämliche Weise verändert sind, oder umgekehrt, daß die Theile verschiedener Arten, einzeln oder verschieden verändert sind.

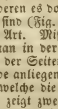
Wenn daher alle Kanten eines Krystalls von derselben Art sind, bleiben sie entweder alle zugleich unversehrt, oder erleiden alle zugleich dieselbe Veränderung. Dies ist beim Würfel, beim regulären Octaeder u. s. w. der Fall.

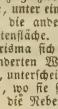
Hat es mehrere Arten von Kanten, so gibt es auch eben so viel Arten von Veränderungen, deren jede einzeln auftreten kann. Dies beobachtet man am Octaeder mit quadratischer, rectangulärer Basis u. s. w. oder an den Prismen dieser verschiedenen Gruppen. Wenn es an den einen zweierlei Arten von Kanten hat, so gibt es in der That auch zweierlei Arten von Veränderungen, die einzeln auftreten können; kommen bei andern dreierlei Arten von Kanten vor, so finden sich auch dreierlei Arten von Veränderungen u. s. f.

Man muß sich wohl merken, daß man unter Kanten derselben Art nicht nur solche begreift, die gleich sind, sondern Kanten, welche gleich sind und zugleich eine solche Lage haben, daß sie den Durchschnitt von Flächen bilden, welche denselben Winkel mit einander einschließen. In einem rhombischen Prisma z. B. sind die vier Seitenkanten gleich, und doch sind sie von zweierlei Art; zwei finden sich am Durchschnitt der Flächen, die einen spitzen Winkel bilden, während die beiden andern da liegen, wo die Flächen unter einem stumpfen Winkel zusammentreffen.

Man sieht hieraus leicht ein, daß in den senkrechten Prismen mit quadratischer oder rhombischer Grundfläche alle Kanten an den Grundflächen von derselben Art sein werden, weil die Flächen, welche sie bilden, alle unter einem rechten Winkel zusammentreffen; dasselbe ist jedoch bei den schiefen Prismen nicht mehr der Fall, weil es alsdann Kanten gibt, die den spitzigen, und solche, die den stumpfen Flächenwinkeln entsprechen.

Nun wollen wir noch erklären, was wir unter den Ausdrücken auf dieselbe Art verändert oder verschieden verändert verstehen. Hiezu muß man die Winkel messen. Bei einem Prisma von quadratischer Basis z. B. kommt es häufig vor, daß alle Kanten, deren es doch zweierlei hat, zugleich verändert sind (Fig. 230); aber diese sind verschiedener Art. Mißt man die Neigungen, so findet man in der That, daß jede veränderende Fläche der Seitenkanten dieselbe Neigung gegen beide anliegenden Flächen hat; aber jede Fläche, welche die Kanten der Grundfläche verändert, zeigt zweierlei Arten von Neigungen, die eine, unter einem gewissen Winkel gegen die Grundfläche, die andere, von jener verschieden, gegen die Seitenflächen. Hieraus folgt, daß das also veränderte Prisma sich von dem ebenfalls an allen Kanten veränderten Würfel (Fig. 231), welcher eben so ausſieht, unterscheidet, denn hier bietet jede Combinationsfläche, wo sie sich befindet, immer dieselbe Neigung gegen die Nebenflächen dar.


230.

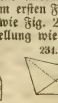

231.

In dieser Beziehung lehrt uns die Beobachtung immer dasselbe: wenn sich eine Kante am Durchschnitt zweier gleichartigen Flächen befindet, so ist eine einzige Fläche, welche statt ihrer auftritt, immer gegen diese zwei Flächen gleichgeneigt; wenn dagegen die Kante zwischen zwei ungleichartigen Flächen liegt, so ist die Combinationsfläche immer ungleich geneigt. Dies ist die Ergänzung des Symmetriegesetzes, welches man dadurch ausdrücken will, daß man sagt, die Veränderung sei von derselben oder verschiedener Art.

Alles, was wir in Beziehung auf die Kanten gesagt haben, muß auch auf die Ecken ausgedehnt werden.

§. 44. **Scheinbare Ausnahmen.** — Es gibt jedoch einige Fälle, wo die Veränderungen sich anders darstellen, als wir so eben gezeigt haben, und eine Ausnahme von dem Gesetz der Symmetrie zu machen scheinen. Aber nach der glücklichen Idee von Delafosse sind diese Erscheinungen so wenig anomal, als die andern, und sie bieten uns nur eine neue Art von Erscheinungen dar, welche die Idee vervollständigt, die man sich von den Theilen einer und derselben Art, und von verschiedenen Arten an einem Krystall macht. Wir wollen die Thatsachen anführen.

1) Es gibt Krystalle (der Boracit), deren sämmtliche Flächen sich unter rechten Winkeln schneiden, deren acht Ecken folglich geometrisch identisch sind, und von welchen dessen ungeachtet häufig nur hier ihrer Ecken entweder wie in Fig. 232 oder in Fig. 233 abgeflumpft sind; wo sich an den Enden einer Körperdiagonale eine veränderte und eine unveränderte Ecke findet. Dieser Umstand führt im ersten Fall auf ein Tetraeder, das die Stellung wie Fig. 234, und im zweiten auf eines, das die Stellung wie Fig. 235 hat.


232.

233.

234.

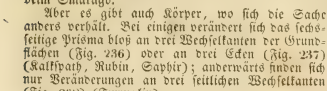
235.

Daraus nun, daß diese Ecken identisch waren, und doch nicht zugleich eine Veränderung erlitten, hat man geschlossen, es sei dies eine Ausnahme des Symmetriegesetzes. Aber Delafosse zieht mit Recht einen andern Schluß: er meint, wenn diese sämmtlichen Ecken auch geometrisch identisch seien, so seien sie es nicht physikalisch, und daß unter dieser Voraussetzung das Gesetz der Symmetrie fortbestehe. Er stellt sich vor, daß ein solches Parallelipiped, anstatt aus kleinen ähn-

lichen Molekülen zu bestehen, aus kleinen Tetraedern zusammengesetzt sei, die reihenweise so geordnet sind, daß die Grundfläche der einen Ecke, und die Spitze der andern entgegengesetzten entsprechen, welche daher in physikalischer Beziehung von entgegengesetzter Art ist, als die erste. Das Gesetz der Symmetrie, welches also unangefochten bleibt, will, daß die eine ohne die andere verändert werden könne.

2) Etwas Aehnliches findet man bei den Prismen, deren Grundfläche ein regelmäßiges Sechseck ist. Alle Seitenkanten sind gleich und geometrisch identisch; alle Kanten an den Grundflächen bieten unter sich dieselbe Identität dar; also sind alle Ecken gleich. Folglich sollen nach dem Gesetz der Symmetrie alle Kanten an den Grundflächen zugleich und auf dieselbe Art verändert werden; alle Seitenkanten, sowie alle Ecken sollen sich in demselben Fall befinden: dies trifft man auch wirklich bei vielen Körpern, z. B. beim Smaragd.

Aber es gibt auch Körper, wo sich die Sache anders verhält. Bei einigen verändert sich das sechsseitige Prisma bloß an drei Wechselkanten der Grundflächen (Fig. 236) oder an drei Ecken (Fig. 237) (Kalkspath, Rubin, Saphir); anderwärts finden sich nur Veränderungen an drei seitlichen Wechselkanten (Fig. 238) (Turmalin).

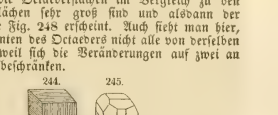


Alles dies hat man als eben so viele Ausnahmen von dem Gesetz der Symmetrie angesehen; und doch sieht man, wenn man die Strukturen in Erwägung zieht, daß dieses Gesetz hier vollkommen besteht. So können die Prismen, die sich an allen geometrisch gleichartigen Theilen verändern, als aus kleinen, prismatischen Molekülen derselben Art oder aus gleichseitigen, triangulären Prismen gebildet betrachtet werden. Solche, die sich nur an der Hälfte der Ecken oder an der Hälfte der Kanten der Basis verändern, sind aus rhomboedrischen Molekülen gebildet, die an der Spitze oder an den seitlichen Theilen (Fig. 239 oder 240) verändert oder in der Richtung ihrer Are über einander gelegt sind (Fig. 241 oder 242). Was die Prismen betrifft, die an drei Seitenkanten verändert sind, so könnte man sie z. B. als aus drei rhombischen Prismen von 60° und 120° (Fig. 243) betrachten, deren Vereinigung alsdann seitlich drei gleichartige und drei andere physikalisch verschiedene Kanten darstellen würde; eben so fänden sich daran in physikalischer Hinsicht zwei Arten von Ecken. Um aber so die Bestimmung einer Form nach den Molekülen möglich zu machen, muß man genau alle Eigenschaften des Krystalls kennen, damit man sie alle durch die zu treffende Wahl in die gehörige Uebereinstimmung bringe, was übrigens nur das Ergebniß eines sehr gründlichen Studiums sein kann.

3) **Pentagonaldodecaeder und Ikosaeder.** — Es gibt Würfel (beim Schwefelkies und Kobaltglanz), deren Kanten alle zugleich und geometrisch auf dieselbe Weise verändert sind, und außerdem noch diesen Charakter zeigen, daß die erzeugte Facette ungleich gegen die anstoßenden Flächen geneigt ist, woraus dann folgt, daß diese letzteren in physikalischer Hinsicht nicht identisch sind; und sie sind auch in der That oft gestreift, wie Fig. 244, und zwar so, daß die Streifen einer Fläche senkrecht zu denen der andern stehen.

Welches nun auch die Form der Moleküle sein mag, die uns diese Unterschiede erklären könnte, — die Veränderung an den Kanten des Würfels (Fig. 245) durch eine einzige Fläche, führt zu einem Polyeder, den wir bis jetzt noch nicht betrachtet haben; es ist ein Pentagonaldodecaeder (Fig. 246), von dem nur eine einzige Art unter den unbelebten Körpern existirt und die durch Winkel von ungefähr 127° zwischen gewissen Flächen, und von ungefähr 143° 30′ zwischen gewissen andern charakterisirt ist. *

Verbindet sich dieses Polyeder mit den Veränderungen an den Ecken des Würfels, so entsteht ein anderes Polyeder mit zwanzig dreiseitigen Flächen (Fig. 247): dies ist das Ikosaeder, zusammengesetzt aus acht gleichseitigen Dreiecken, die den Flächen des Octaeders entsprechen, und von zwölf gleichschenkligen, worin es sich von dem geometrischen Ikosaeder unterscheidet, dessen sämmtliche Dreiecke gleichseitig sind. Nicht selten kommt auch der Fall vor, wo die Octaederflächen im Vergleich zu den übrigen Flächen sehr groß sind und alsdann der Körper wie Fig. 248 erscheint. Auch sieht man hier, daß die Kanten des Octaeders nicht alle von derselben Art sind, weil sich die Veränderungen auf zwei an jeder Ecke beschränken.



§. 45. Dimorphismus und Isomorphismus.

— Aus dem, was wir vorhin sahen, geht nothwendig hervor, daß die Krystallformen uns ein vortreffliches Unterscheidungsmittel bei solchen unbelebten Körpern, welche zu krystallisiren vermögen, uns an die Hand geben, da die einen alsdann einem bestimmten System, die andern einem von diesem verschiedenen angehören: übrigens bieten alle Krystalle besondere relative Dimensionen in den primitiven Gestalten dar, die man annehmen muß.

Indessen bestehen zwei Phänomene, welche die Wichtigkeit dieser Formen bedeutend beschränken: man nennt sie Polymorphismus und Isomorphismus.

Der Polymorphismus ist das Vermögen, welches gewisse ihrer Natur nach identische Substanzen besitzen, unter Formen zu krystallisiren, die verschiedenen Systemen angehören. Bis jetzt kennen wir mit Zuverlässigkeit nur zwei Arten von Krystallsystemen für eine und dieselbe Substanz; deßhalb bezeichnet man allgemein die Erscheinung mit dem Namen Dimorphismus.

Gegenwärtig gibt es mehrere ihrer Natur nach identische Stoffe, wovon jeder in verschiedenen Systemen krystallisirt; aber die in dieser Hinsicht am längsten schon bekannte Substanz ist der Kalkstein, welcher einerseits in dem rhomboedrischen System, wo er den isländischen Kalkspath bildet, und anderseits in dem geraden rectangulären prismatischen System krystallisirt, wo man ihn Arragonit nennt. Man muß bemerken, daß diese Veränderungen hinsichtlich der Krystallsysteme in einem Stoff von bestimmter Natur auch die Veränderung aller übrigen physikalischen Eigenschaften, z. B. der Härte, des specifischen Gewichts, der optischen Eigenschaften u. s. w.

* Bei dem geometrischen Pentagonaldodecaeder sind alle Flächen um 116° 33′ 32″ gegen einander geneigt; alle ebenen Winkel betragen 108°. Beim natürlichen Pentagonaldodecaeder finden sich zwei ebene Winkel von 106° 37′, zwei von 102° 38′ und einer von 121° 30′.

zur Folge haben, wie wir bei der speciellen Abhandlung dieser Charaktere (§. 66 bis 84) sehen werden.

Der Isomorphismus besteht darin, daß Körper von verschiedener Natur oft die gleiche Form, oder wenigstens Formen derselben Art annehmen, welche nur durch die relativen Dimensionen ihrer verschiedenen Theile von einander verschieden sind. Diese Eigenschaft, von der man anfangs glaubte, daß sie sich bloß auf das kubische reguläre System (système cubique) beschränke und die man jetzt in allen andern findet, rührt davon her, daß gewisse einfache Körper neben besondern Charakteren, durch die sie sich unterscheiden, auch allgemeine Eigenschaften besitzen, wodurch sie sich einander nähern, und unter andern namentlich die Eigenschaft zeigen, die gleiche Form den Verbindungen einer und derselben Ordnung zu geben, welche sie mit bestimmten Körpern bilden können, §. 111. So erzeugen z. B. der Schwefel und das Selen, wenn sie sich mit Blei, Silber, Zink ꝛc. verbinden, Körper, die hinsichtlich ihrer Form identisch sind; so stellen die Oxyde des Eisens, Mangans, Chroms, Aluminiums ꝛc. eine Reihe von Körpern dar, die auf dieser oder jener Oxydationsstufe identisch sind, eine andere Reihe auf einer verschiedenen Stufe und bilden, wenn sie hierauf mit einer Säure eine Verbindung von einer gewissen Ordnung eingehen, auch Salze, welche sich in dieser Beziehung völlig gleichen.

Aus diesen Bemerkungen geht, wie wichtig auch die Krystallformen sein mögen, hervor, daß sie niemals zur Identifikation gewisser Körper und zur Unterscheidung von andern ausreichen.

Ursachen der Abänderung der Gestalten in jedem System, und Systemveränderungen.

§. 46. **Abänderung in einem und demselben System.** — Wenn es gewiß ist, daß es in jedem Krystallsystem sehr verschiedenartige Formen geben kann, so fragt man sich auch ganz natürlich, wie es kommt, daß ein und derselbe Körper bei seinem Krystallisiren bald die eine bald die andere Form annehmen kann. Diese Frage hat mich früher zu vielen Untersuchungen an Salzen veranlaßt, welche man auflösen und nach Belieben krystallisiren lassen kann. Ich habe daraus das allgemeine Resultat gezogen, daß diese Variationen von der Natur der Flüssigkeit, die als Auflösungsmittel dient, ferner von den Stoffen, welche sie gleichzeitig mit denen enthalten kann, welche krystalliren, und von der Temperatur, bei welcher die Krystallisation vor sich geht, abhängen. Es folgen hier Beispiele von dem Gesagten:

Resultate der chemischen Laboratorien. — Der Alaun, der im Handel vorkommt, gibt, nachdem er durch mehrmals wiederholtes Krystallisiren nach und nach gereinigt worden war, im reinen Wasser sehr deutliche und in allen Theilen vollständige Octaeder. Fügt man aber zu dieser Auflösung irgend ein anderes Salz, irgend eine Säure oder eine Basis hinzu, so erhält man veränderte oder selbst ganz verschiedene Krystalle. Durch Salpetersäure werden die vier Ecken des Octaeders je durch eine Fläche ersetzt. Mit der Chlorwasserstoffsäure erhält man diejenigen Flächen, die zu dem Ikosaeder führen. Die Borsäure bewirkt die Bildung von Würfelkrystallen; einige Tropfen kohlensauren Kalis oder Ammoniaks, oder selbst ein kohlensaures Salz als Pulver in die Flüssigkeit gerührt, haben das gleiche Resultat. Eine bei 100° gesättigte Auflösung erzeugt durch Erkaltung nur Octaeder; dagegen in geschlossenen Gefäßen bei höheren Temperaturen gesättigt, gibt sie Rautendodecaeder und Trapezoeder.

Man kann also Alaun unter sehr verschiedenartigen Formen erhalten, die ganz von den Umständen abhängig sind, in welchen dieser Körper krystallisirt hat. Aehnliche Modifikationen bieten alle übrigen Salze dar, wenn man die Natur der Flüssigkeit und die Temperatur gehörig variiren läßt.

Analoge Umstände bei den Mineralien. — Die natürlichen Krystalle stellen Veränderungen dar, welche solche Umstände anzuzeigen scheinen, die den vorhin erwähnten analog sind. Es sind in der That die Formen eines und desselben Minerales, je nach der Beschaffenheit der Stoffe, welche sie begleiten, und mit welchen es daher auch krystallisirt hat, dergestalt verschieden, daß die Mineralogen schon seit lange die Fundorte gewisser Mineralien nur allein aus ihren Krystallformen erkennen. So unterscheiden sich unter andern der Kalkspath des Harzes von dem in Derbyshire, die Kalkkrystalle der Kalkgebirge von denen der Gänge oder der verschiedenen metallführenden Lager; das krystallisirte Eisenerz der Insel Elba von dem zu Framont in den Vogesen; der in einfachen Krystallen auftretende Arragonit der Eisenbergwerke von demjenigen, den man in den Thonen der salzführenden Schichten findet, wo er die prismatischen Gruppen darbietet, die wir bald beschreiben werden, §. 49. Wir vermöchten noch eine große Anzahl von Arten anzuführen, welche gleichfalls je nach ihrem Fundorte und den mit auftretenden Stoffen variiren, wenn wir nicht befürchten müßten, zu viele Körper aufzuführen, ehe wir sie kennen gelernt haben.

§. 47. **Systemveränderung.** — Der Dimorphismus scheint auch von den äußern Umständen abhängig zu sein, unter welchen die Krystallisation vor sich geht. So gibt der in Schwefelkohlenstoff aufgelöste Schwefel durch Verdunstung Krystalle in der Form eines geraden rhombischen Octaeders; dagegen krystallisirt der geschmolzene Schwefel durch Erkaltung im schiefen prismatischen System. Das Kupfer, das sich aus einer Salzauflösung auf eine Eisenplatte niederschlägt, stellt Krystalle aus dem kubischen (regulären) System dar, dagegen krystallisirt das geschmolzene Kupfer im rectangulären System. Das Wachs, das im Wasser als Würfel krystallisirt, schien mir durch Schmelzung rhombische Octaeder zu geben; die Masse erfüllt sich aber kurze Zeit nachher mit Sprüngen, die parallel mit den Flächen des Würfels sind. Auflösungen, die zuvor mit gewissen, nicht sehr krystallisirbaren Salzen gesättigt werden, in welchen man alsdann eines, das schnell krystallisirt, sich auflösen läßt, zwingen dieses letztere, die Formen anzunehmen, die dem andern zukommen.

Es ist zu bemerken, daß unter den außergewöhnlichen Formen, welche eine Substanz auf diese Weise annehmen kann, die Anordnung der Theilchen sich nicht im Zustand stabilen Gleichgewichtes befindet; so fallen z. B. die Salze, welche man unter einer Form, die sie gewöhnlich nicht zeigen, zu krystallisiren zwang, sehr schnell in Staub; so erfüllen sich die geschmolzenen Stoffe, welche keinen sehr hohen Grad von Cohäsion besitzen, schnell mit Rissen, welche auf eine innere Veränderung in der Krystallisation hinweisen; der Arragonit widersteht nicht der Rothglühhitze, wie der der Doppelspath, denn er hat sich kaum erhitzt, als er auch schon sich auflöhlt und zerfällt. Oefters reicht schon eine Temperaturerhöhung hin, um die ganze innere Struktur eines Körpers zu verändern, ohne daß sich selbst irgend eine Veränderung auf der Außenseite aussprichtt; man bemerkt alsdann bloß innere Risse in regelmäßiger Lage, oder eine Veränderung der optischen Eigenschaften.

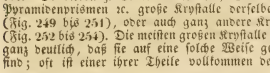
Bemerkungen über den Isomorphismus. — Der Isomorphismus hat öfters auch etwas an sich, was von äußern Umständen abhängt; dies ist z. B. bei den Salzen der Fall, welche in ihrer Zusammensetzung Wasser einschließen. Die Menge dieser Flüssigkeit variirt im Allgemeinen nach der Temperatur, bei welcher die Krystallisation vor sich geht, und eine bestimmte Menge bei einer bestimmten Temperatur bildet

ein gewisses Salz, bei einer andern Temperatur aber ein anderes. Es gibt nun bloß für identische Zusammensetzungen einen Isomorphismus; daher sind zwei Salzhydrate entweder isomorph oder nicht, je nachdem sie bei der Temperatur, die in diesem Falle für jedes geeignet ist, krystallisirt oder nicht krystallisirt haben. Die Gegenwart eines andern Salzes in der Auflösung erleichtert auch die Verbindung mit Wasser in bestimmten Proportionen; so nimmt z. B. das im Handel vorkommende schwefelsaure Kupfer (Kupfervitriol), wenn die Auflösung schwefelsaures Eisen (Eisenvitriol) enthält, die Form dieses letzteren an, und erhält daher auch eine Wassermenge, die von der gewöhnlich darin enthaltenen verschieden ist.

Krystallgruppen.

§. 48. **Verschiedene Krystallgruppen.** — Die Krystalle finden sich manchmal einzeln für sich bestehend, am häufigsten aber unter sich auf verschiedene Weisen, bald regelmäßig, bald zufällig gruppirt.

Die Gruppen sind jedesmal regelmäßig, wenn sich die Krystalle in ihren gleichartigen Flächen mit einander verbinden; daraus gehen bald größere Krystalle, von der nämlichen Form, wie jeder der sie zusammensetzenden kleinen Krystalle, bald ganz verschiedene hervor. So bilden z. B. kleine Würfel, Scalenoeder, Pyramidenprismen ꝛc. große Krystalle derselben Art (Fig. 249 bis 251), oder auch ganz andere Krystalle (Fig. 252 bis 254). Die meisten großen Krystalle zeigen ganz deutlich, daß sie auf eine solche Weise gebildet sind; oft ist einer ihrer Theile vollkommen deutlich,



während man an einem andern gleichfam nur das grobe Gerüst, das sie bildet, wahrnimmt.

Gruppe der rhombischen Prismen. — Die Prismen mit rhombischen Grundflächen gruppiren sich sehr gerne zusammen und bilden bei einigen Substanzen (Arragonit, Bleiweiß) sehr merkwürdig zusammengesetzte Krystalle.

1) Zwei Prismen vereinigen sich an den Seitenkanten (Fig. 255); der Zwischenraum erfüllt sich mit Halbprismen von derselben Art; dies gibt eine sechsseitige Krystallgruppe, welche von der einen Art zwei einander entgegengesetzte Winkel a und von der andern Art vier Winkel b hat.

2) Zwei Prismen verbinden sich in einer Fläche (Fig. 256) und der Zwischenraum wird durch ein vom ersteren abgeleitetes Prisma erfüllt, wodurch ein anderes sechsseitiges Prisma mit vier Winkeln a von der vorigen und zwei Winkeln c von einer andern Art entsteht.

Zuweilen füllt sich der Zwischenraum mit kleinen Krystallen von derselben Art an, die um eine Mittellinie gedrängt herumliegen und einen einspringenden Winkel d zwischen sich lassen (Fig. 257), woraus ein Prisma entsteht, das zwei Winkel von der Art a, drei von der Art c und endlich den einspringenden Winkel d enthält.

3) Auch geschieht es, daß sich die Prismen auf eine noch complizirtere Weise vereinigen, wie z. B. Fig. 258, wo man zwei Gruppen (Fig. 256) und außen herum vier Krystalle sieht, welche Zwischenräume zwischen sich lassen, die von abgeleiteten Prismen angefüllt sind. Die daraus hervorgehenden sechsseitigen Prismen haben vier Winkel von der Art a und zwei von der Art c. Manchmal verbinden sich sogar die Gruppen (Fig. 257), und stellt das Ganze (Fig. 259) zwei einspringende Winkel dar.

4) Oefters vereinigen sich auch noch Krystalle um die vorige Gruppe herum, sei es auf einer einzigen Seite (Fig. 260), sei es auf zwei zugleich (Fig. 261); in dem einen und andern Fall bietet das zusammengesetzte Prisma einspringende Winkel dar. Endlich bilden sich auch dergestalt zusammengesetzte Gruppen, daß man sie unmöglich mehr beschreiben kann.

In diesen verschiedenen Fällen sind die vereinigten Prismen bald einfach an ihren Endflächen, bald auf verschiedene Weise verändert. Im ersten Fall haben die Gruppen ziemlich eben abgeschnittene, wenn auch in verschiedenen Richtungen gestreifte Grundflächen. Im zweiten Fall werden die Veränderungen der Elementarprismen als Vertiefungen oder Erhöhungen auf den Grundflächen der Gruppe sichtbar.

5) Die sich vereinigenden Elementarprismen sind manchmal an den Seitenkanten stark verändert; daraus geht die Krystallform (Fig. 263) hervor, wenn sämmtliche Prismen die gleiche Ausdehnung haben, oder (Fig. 264) wenn drei von ihnen sehr klein bleiben. Werden die Prismen an ihren Spitzen verändert, so ergibt sich daraus eine Art Gestalt von einem Pyramidenprisma (Fig. 265).

6) Die rhombischen Prismen vereinigen sich manchmal auch in den Modifikationsflächen ihrer Spitzen; auf diese Weise vereinigen sich z. B. bei dem Staurolith vier Spitzen zur Bildung eines rechtwinkligen Kreuzes (Fig. 266 oder 267). Aehnliches findet man in den Prismen mit quadratischen oder mit rectangulären Grundflächen.

Octaedergruppen. — Die Octaeder erzeugen durch ihre Vereinigungen gleichfalls Gruppen verschiedener Art; so könnten z. B. gewisse, durch die Vergrößerung einiger Flächen verunstaltete Octaeder (Fig. 268) durch ihre Vereinigung eine vollständige Gruppe bilden (Fig. 269), welche eine an der Spitze vertiefte fünfseitige Doppelpyramide mit einspringenden Winkeln an ihren Seitenecken darstellen.

Man begreift leicht, daß diese Pyramide nur in dem Fall vollständig und regelmäßig ist, wenn die Flächen, in denen sich die Octaeder gruppiren, gegen einander unter 72° geneigt sind; bei kleineren Winkeln, zwischen 72° und 60°, bleibt ein leerer Raum übrig, der sich unregelmäßig erfüllt; bei den größern Winkeln können sich nur vier Krystalle vereinigen, welche unter sich einen leeren Raum lassen, so lange sie nicht die Neigung von 90° erreichen.

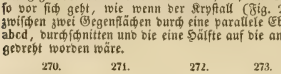
Verdrehung (transposition), Hemitropie.

§. 49. **Bei den Octaedern.** — Es gibt Gruppirungen, die sich zwischen zwei Krystallen unter besondern Umständen bilden; die Sache geht aber so vor sich, wie wenn ein einziger Krystall in zwei Hälften geschnitten worden wäre, wovon die eine Hälfte eine Drehung von 60° oder selbst eine von 180° auf der andern gemacht hätte; man nennt dies für den ersten Fall Verdrehung (transposition) und Hemitropie (halbe Umdrehung) für den zweiten Fall.

Wenn sich zwei Octaeder mit einander verbinden würden, wie z. B. Fig. 270, so würden sich die verschiedenen Flächen des einen auf Ebenen finden, die mit denen des andern parallel laufen; dann aber würden die Spitzen der einen Fläche über die andere hinaustreten. Es findet nur in dem Fall eine Regelmäßigkeit Statt, wenn die gleichartigen Kanten einander decken, wie in Fig. 271, deßhalb muß der eine Körper sich auf dem andern um 60°, d. h. um den sechsten Theil des Kreisumfanges, drehen; dies ist nun eine Drehung (transposition).

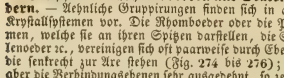
Wenn die beiden Octaeder bei ihrer Vereinigung ihre sämmtlichen Flächen proportionirt beibehielten, so würde man sogleich eine Gruppirung entdecken; dem ist aber nicht so, denn die Verbindungsfläche dehnt sich beträchtlich aus * und die Gruppe zeigt sich wie Fig. 272. Man bemerkt alsdann, daß die Sache so vor sich geht, wie wenn der Krystall (Fig. 273) zwischen zwei Gegenflächen durch eine parallele Ebene, abcd, durchschnitten und die eine Hälfte auf die andere gedreht worden wäre.

270. 271. 272. 273.



Gruppen von Rhomboedern und Scalenoedern. — Aehnliche Gruppirungen finden sich in allen Krystallsystemen vor. Die Rhomboeder oder die Prismen, welche sie an ihren Spitzen darstellen, die Scalenoeder ꝛc., vereinigen sich oft paarweise durch Ebenen, die senkrecht zur Are stehen (Fig. 274 bis 276); sind aber die Verbindungsebenen sehr ausgedehnt, so zeigen sich diese Gruppen, wie Fig. 277 bis 279, und die Sache verhält sich, als ob die vollständigen Körper

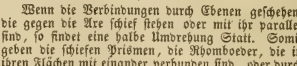
274. 275. 276. 277. 278. 279.



* Diese Erweiterung rührt von dem Wachsen her, daß nach der ersten Vereinigung der beiden Körper stattfindet; z. B man begreift leicht, daß zwei kleine Körperchen, a und b, sich in der Spitze vereinigen und daß alsdann die Verbindungsebene ein mathematischer Punkt sein wird. Wird aber die Gruppe durch Schichten, von welchen sie von allen Seiten eingehüllt wird, nach und nach größer, so wird sich die Verbindungsfläche allmählig ausdehnen und das Ganze wird eine solche Form annehmen, daß man darin nicht mehr die ursprünglichen Formen erkennen wird.

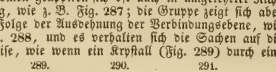
(Fig. 281 und 282) durch eine zur Are senkrechte Ebene, abcd, geschnitten, und der eine Theil um 60° auf dem andern gedreht worden wäre.

280. 281. 282. 283. 284



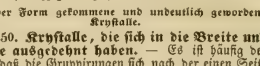
Wenn die Verbindungen durch Ebenen geschehen, die gegen die Are schief stehen oder mit ihr parallel sind, so findet eine halbe Umdrehung Statt. Somit geben die schiefen Prismen, die Rhomboeder, die in ihren Flächen mit einander verbunden sind, oder durch an ihren Kanten erzeugte Flächen Gruppen, wie Fig. 283, 284, wo es scheint, als ob die Körper (Fig. 285 und 286) durch die Ebenen abcd geschnitten und die eine Ebene um 180° gedreht worden wäre.

285 286. 287. 288.



Gruppen von Prismen. — Die verschiedenen Prismen gruppiren sich oft auch in umgekehrter Richtung, wie z. B. Fig. 287; die Gruppe zeigt sich aber in Folge der Ausdehnung der Verbindungsebene, wie Fig. 288, und es verhalten sich die Sachen auf die Weise, wie wenn ein Krystall (Fig. 289) durch eine

289. 290. 291.



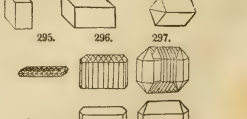
Ebene, abcd, durchschnitten und die eine Hälfte um 180° auf der andern gedreht worden wäre. Das Gleiche findet in der Gruppe (Fig. 290) Statt, welche von dem Körper (Fig. 291) herkommt.

Aus der Form gekommene und undeutlich gewordene Krystalle.

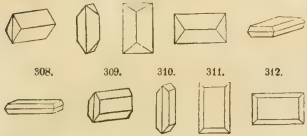
§. 50. **Krystalle, die sich in die Breite und Länge ausgedehnt haben.** — Es ist häufig der Fall, daß die Gruppirungen sich nach der einen Seite mehr ausdehnen, als nach der andern, und daß alsdann der daraus hervorgehende Krystall in gewissen Flächen sich mehr ausdehnt als in andern. Es können sich z. B. die Würfel so zusammen gruppiren, daß der Körper das Aussehen eines quadratischen oder rectangulären Prisma's (Fig. 292 oder 293) gewinnt, jedoch ohne die charakteristischen Eigenschaften derselben anzunehmen; einfache oder gestürzte Octaeder verlängern sich in der einen oder andern Richtung (Fig. 294 und 295); einfache oder pyramidale Prismen stellen sich als einfache oder veränderte Platten dar (Fig. 296 oder 297). Ebenso verlängern sich prismatische Kry-

292. 293. 294.

295. 296. 297.



stalle, indem sich die einen so an das Ende der andern anlagern, daß sie eine Haarform erhalten ꝛc. Die Krystalle finden sich immer durch Gruppirungen in die Länge und Breite ausgedehnt, was besonders in den prismatischen Systemen und namentlich bei ihren Octaedern, die nun einfach oder verändert sein mögen, bemerkt wird. So verlängern sich z. B. die Octaeder (Fig. 298 bis 300) in der einen oder andern Richtung, und zeigen sich wie Fig. 301 und 302, 303 und 304, 305 und 306. In diesem Zustand ändern sie sich so ab, wie wenn sie regelmäßig proportionirt wären; daher die Tafelformen (Fig. 307 bis 312), welche aus den Gruppirungen kleiner Krystalle, wie Fig. 295 bis 297, hervorgehen.



Krystalle mit hohlen Flächen. — Bei den Krystallen findet sich auch noch eine andere Art von Mißgestalten, denn es ist öfters der Fall, daß bloß die Kanten deutlich gebildet sind (Fig. 313), und die Flächen unregelmäßig und selbst bis auf den Mittelpunkt des Körpers ausgehöhlt sind. Solche Formen werden nicht selten in unsern chemischen Laboratorien erzeugt, wenn sehr concentrirte Auflösungen schnell krystallisiren; man erhält sie immer, wenn man eine concentrirte Auflösung in einer etwas schweren, pulverförmigen Substanz krystallisiren läßt. Auf diese letztere Weise geht wahrscheinlich die Sache in der Natur vor sich, denn sämmtliche Krystalle, welche diese Eigenthümlichkeit zeigen, finden sich im Sand und Thon, wo sie sich ohne Zweifel gebildet haben.

314.

Kreuzstein (macle) **von der Bretagne.** — Diese Beobachtung führt uns zu einer andern Thatsache, die sich bei ähnlichen Umständen ergibt, wenn die pulverförmige Substanz, in deren Mitte die Krystallisation stattfindet, leicht ist, so ist sie im Innern des Krystalls eingeschlossen und nimmt eine geometrische Lage in den Richtungen an, die von der Form dieses Polyeders abhängig sind. Man sieht dies auch bei mehreren in der Natur vorkommenden Substanzen, die sich in gewissen Ablagerungen bildeten. Eine der merkwürdigsten in dieser Hinsicht ist der Kreuzstein (Fig. 314), den man zuerst in der Bretagne in den Glimmerschiefern fand. Die schwarze Substanz dieses Schiefers befindet sich im Mittelpunkt des Krystalls oder an den Ecken desselben, und öfters auch in der Richtung der Diagonalen. Es finden sich noch viele andere Stoffe, bei denen das Nämliche der Fall ist, z. B. bei dem Granat, Leuzit, Tremolith ꝛc.

314.

§. 51. **Abgerundete Krystalle.** — Die Krystalle sind oft auch verwischt, ihre Flächen, Kanten und Ecken runden sich ab und bieten nicht mehr jene Regelmäßigkeit dar, in der wir sie bis jetzt betrachtet haben. Die sechsseitigen, achtseitigen und zwölfseitigen Prismen stellen cylindrische Gestalten dar (Fig. 315), die der Länge nach mit Streifen bedeckt sind, unter welchen man hin und wieder einige ebenen Flächen bemerkt, die darauf hinzuweisen scheinen, daß man die Abrundung der Vielfältigkeit der Flächen verdankt.

Die Rautendodecaeder, die Trapezoeder ꝛc. erzeugen häufig runde Formen (Fig. 316 bis 318), wovon uns namentlich der Diamant und der Granat Beispiele darbieten; fast immer sind bei diesen Körpern die Flächen und Kanten mehr oder weniger gewölbt und krummlinig.

315. 316. 317. 318.

Die stumpfen Rhomboeder, gewisse abgeplattete Octaeder, und im Allgemeinen die platigedrückten Körper nehmen, wenn sie sich umgestalten, Linsenformen an (Fig. 319, 320); die Scalenoeder oder die verschiedenen Dodecaeder erhalten saamenförmige, faßförmige Gestalten ꝛc. (Fig. 321 bis 323); davon liefern uns namentlich die Kalke zahlreiche Beispiele. Im Allgemeinen finden sich eine Menge solcher abgerundeten Formen in allen Arten von Krystallen vor.

319. 320. 321. 322. 323.

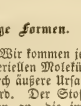
§. 52. Die Formverwischungen scheinen ziemlich oft von der Vervielfältigung der Flächen an den Ecken und Kanten herzurühren; doch scheinen sie auch andern Ursachen zugeschrieben werden zu müssen. Wenn wir in unsern chemischen Laboratorien regelmäßige Krystalle erhalten wollen, so muß die Auflösung gehörig concentrirt sein und die Flüssigkeit keine Störung durch äußere Agenzien erleiden; wenn anders, so häufen sich alle Krystalle auf einander und gehen daraus entweder eine unregelmäßige Masse oder Krystalle hervor, die in der einen oder andern Richtung sich vergrößerten. Damit die schon gebildeten Krystalle regelmäßig sich zu vergrößern fortfahren, muß die Verdampfung mit der gehörigen Schnelligkeit fortgesetzt werden, wenn der Grad der Concentration stationär bleibt, oder noch mehr, wenn die Flüssigkeit aus einer feuchten Atmosphäre Wasser aufnimmt, so werden die gebildeten Krystalle angegriffen; sie runden sich alsdann an den Kanten und Ecken ab und werden auf der Oberfläche runzelig.

Zufällige Formen.

§. 53. **Trichter.** — Wir kommen jetzt an Formen, wo das Streben der materiellen Molekule, sich geometrisch zu vereinigen, durch äußere Ursachen mehr oder weniger unterbrochen wird. Der Stoff häuft sich in unregelmäßigen Gestalten an, die im Vergleich zu denjenigen, womit wir uns seither beschäftigt hatten, rein zufällig sind.

Zu diesen Formen müssen wir die Trichter zählen (Fig. 324), die sich noch auf die Krystallisation beziehen, weil sie aus Krystallen zusammengesetzt sind, deren Gruppirung aber durch fremdartige Umstände geregelt werden. Die Trichter sind hohle Pyramiden, zusammengesetzt aus verschiedenen Krystallzonen, die allmählig von der Basis bis zur Spitze abnehmen. Sie bilden sich hauptsächlich auf der Ober-

324.

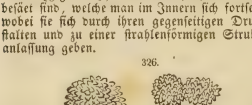


fläche der Siedpfannen in den chemischen Fabriken, wo man die Salze im Großen darstellt. Zuerst sieht man an der Oberfläche der Flüssigkeit einen kleinen Krystall a erscheinen, welcher je nach seinem specifischen Gewicht, verglichen mit der Dichtigkeit der Flüssigkeit, mehr oder weniger, tief einsinkt. Derjenige Theil des Krystalls, der an der Oberfläche sich befindet, wird ein Mittelpunkt, um den herum sich noch andere kleine Krystalle bilden, welche sich in Form von Rahmen oder Einfassungen an den Rändern des ersten aneinanderreihen. Die Masse sinkt alsdann noch mehr, und ein zweiter, ein dritter, ein vierter Rahmen ꝛc. bildet sich. Daraus ergibt sich endlich die erwähnte hohle Pyramide, deren Winkel von der Dichtigkeit der Flüssigkeit abhängt, worin sie sich bildete.

325.

Auf gleiche Weise bilden sich gewisse Kalkhörner (Fig. 325) auf der Oberfläche solcher Wasser, die kohlensaure Kalke enthalten und sich in sehr luftigen unterirdischen Höhlen befinden.

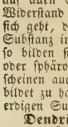
§. 54. Form durch Gruppirung. Nieren und warzenförmige Bildungen. — Wenn sich die Krystalle oft regelmäßig gruppiren, so geschieht es häufig, daß sie sich zufällig vereinigen und dann abgerundete, eiförmige, knotige, warzige ꝛc. Massen bilden (Fig. 326), deren Oberflächen mit Krystallen besäet sind, welche man im Innern sich fortsetzen sieht, wobei sie sich durch ihren gegenseitigen Druck umgestalten und zu einer strahlenförmigen Struktur Veranlassung geben.

326. 

Zuweilen entstehen durch die Gruppirung auch Halbkügelchen, welche ihren Platz auf der Oberfläche der andern Körper nehmen und alsdann die mit Krystallen besäeten warzenförmigen (traubenförmigen) Bildungen darstellen. Diese Bildungen zeigen nicht selten auch Linsenformen, was besonders bei der Gruppirung gewisser tafelförmiger Krystalle (Schwerspath, Prehnit ꝛc.) der Fall ist.

Die Ursache dieser Gruppirungen zu Kugeln, die auf allen Seiten isolirt sind, ist wahrscheinlich der Widerstand der Mittel, worin die Krystallisation vor sich geht, denn wenn wir eine ziemlich leichte erdige Substanz in eine concentrirte Salzauflösung bringen, so bilden sich darin entweder abgesonderte Krystalle oder sphäroidische Krystallgruppen. Auf dieselbe Weise scheinen auch die natürlichen Krystallgruppen sich gebildet zu haben, weil man sie immer isolirt in den erdigen Substanzen findet.

Dendriten. — Die Dendriten sind ebenfalls unregelmäßige Krystallgruppen (Silber, Kupfer ꝛc.); es gibt darunter solche, die sich nach allen Seiten hinaus fortsetzen (Fig. 327); dann gibt es wieder andere, wo die auf der Oberfläche anderer Körper verbreiteten Krystalle als Zeichnungen in ganz leichtem Relief erscheinen, wie z. B. das Eis auf den Glasscheiben während des Winters.

327. 

Auf die gleiche Weise bilden sich wahrscheinlich gewisse, gewöhnlich schwarze oder gelbliche, dendritische Zeichnungen, oder Kräuterzeichnungen, welche keine wahrnehmbare Dicke zeigen und welche man am öftesten zwischen den Blättern verschiedener Substanzen oder auch in sehr engen Spalten findet. Manchmal dringen diese Dendriten ganz in das Innere der Körpermassen ein, in welchem Falle man sie tiefe Dendriten nennt, und als Gegensatz den andern den Namen oberflächliche Dendriten gibt. Die ährenförmigen Gebilden sind nur Varietäten von Dendriten, die durch spitze Krystalle gebildet sind, welche meistens der Rhomboedergruppe angehören.

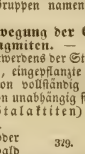
Korallenförmige Bildungen. — Diese Bildungen sind nur eine neue Art von Dendriten: sie geben aus der Vereinigung kleiner haarförmiger Krystalle hervor, die sich wie um eine Axe legen, und aus denen abgerundete, auf alle Art mit einander verflochtene Aeste entstehen, die man sowohl wegen ihrer Form als der Art und Weise, wie sie unter einander anastomosiren, den Korallenästen vergleichen kann (Fig. 328). Sie bilden sich gewöhnlich an den Seitenwänden oder auf dem Boden unterirdischer Höhlen.

328.

Die dendritischen Bildungen sprechen sich in unsern Laboratorien auf verschiedene Art aus. Häufig geschieht es, daß sich die Krystalle durch Schmelzung oder durch Verflüchtigung auf die bereits erwähnte Weise vereinigen. In wenig concentrirten Auflösungen im Wasser, deren Verdunstung eine feuchte Atmosphäre verzögert oder denen sogar beständig neues Wasser zugeführt wird, sieht man die Salze an den Wänden der Gefäße in Folge der Haarröhrchen-Anziehung emporsteigen; sie bilden alsdann krystallinische Pflanzenzeichnungen, die sich verschiedenartig verzweigen, besonders wenn die zum Rande des Gefäßes gelangte Substanz nach außen sich zu begeben beginnt. Dann werden die Krystalle mehr oder weniger umgestaltet, und nähern sich ihre Gruppen namentlich korallenartigen Formen.

§. 55. Resultate der Bewegung der Gewässer. Stalaktiten. Stalagmiten. — Die der Flüssigkeit im Momente des Festwerdens der Stoffe, die darin aufgelöst enthalten sind, eingepflanzte Bewegung zerstört die Krystallisation vollständig und bringt Gestalten hervor, die davon unabhängig sind: dies findet bei den Tropfsteinen (Stalaktiten) und Erbsensteinen (Pisoliten) statt.

Der Stalaktit ist ein mehr oder weniger in die Länge gestreckter, bald hohler, bald ausgefüllter Kegel, dessen Oberfläche glatt, wellenförmig oder knotig ist. Er bildet sich von oben nach unten an der Decke unterirdischer Höhlen durch das Hindurchsickern des Wassers, das gewisse Substanzen in sich aufgelöst enthält. Die kleinen Tröpfchen a, welche an das Gewölbe der Höhle zuerst gefangen (Fig. 329) lassen bei ihrer Verdunstung einen kleinen Ring von fester Substanz zurück, welcher durch die nachfolgenden Tröpfchen wächst und in kurzer Zeit eine dünne Röhre bildet. Die Wandungen dieser Röhre bedecken sich in dem Maße mit neuen Stoffen, als neue Flüssigkeit hinzutritt; das Innere aber, deren Raum begrünzt ist, erfüllt sich schnell und nur der Außentheil allein wächst: er nimmt am obern Theile mehr auf, wo die Flüssigkeit immer zuerst Stoffe absetzt, ehe sie unten ankommt; daher die Kegelform der Masse nach einiger Zeit.

329. 

Die Tropfen, die von den Stalaktiten auf den Boden hinab fallen, bilden hier noch eine andere Ablagerung, da sie noch nicht ganz der materiellen Theilchen beraubt sind. Diese Ablagerung, Stalagmit genannt, nimmt besonders in senkrechter Richtung zu, woraus eine Erhöhung entsteht, die sich nicht selten endlich mit dem Stalaktit vereinigt: Es

ergeben sich hieraus Säulen, die den Anschein haben, als wären sie ausdrücklich von der Natur zum Tragen des Gewölbes bestimmt.

Das Wasser, das durch die Seitenwände hindurch sickert, bildet an demselben isolirte, wellenförmige, auf alle Weise festonirte und gefaltete Erhabenheiten, welche gleichsam Draperien vorstellen.

Diese verschiedenartigen Wirkungen zeigen sich im Großen hauptsächlich in den Höhlen oder Grotten der Kalkgebirge, welche die Aufmerksamkeit der Besucher besonders in Anspruch nehmen.

Erbsensteine. — Die Erbsensteine sind aus concentrischen Schichten bestehende, isolirte Kügelchen, die durch Gewässer erzeugt werden, welche fremde Stoffe in sich aufgelöst enthalten und die stets so bewegt werden, daß sie die auf ihrem Wege abgesetzten Sandkörner beständig in die Höhe heben können. Jedes so gehobene Körnchen bedeckt sich auf allen Seiten mit auf einander folgenden Häutchen, gebildet aus der Substanz, welche die Flüssigkeit absetzt, und

330. vergrößert sich auf diese Weise, wobei es

eine sphäroidische Form annimmt (Fig. 330), bis es, allzu schwer, um noch in Bewegung gesetzt werden zu können, zu Boden fällt, wo es mit den übrigen Kügelchen später eine zusammengebackene Masse bildet. Sehr häufig schließt jeder Erbsenstein in seinem Mittelpunkt ein Korn von einem fremdartigen Stoff ein; interessen begreift man leicht, daß dies keine wesentliche Bedingung bei der Erbsensteinbildung ist und daß das primitive Korn ein Theilchen von der schon zuvor gebildeten Erbsensteinsubstanz sein kann. Die Wasser von Vichy in der Auvergne, von Karlsbad in Böhmen, von St. Philipp in Toscana u. s. w. zeigen uns dieses Phänomen.

Gerölle. — Die fließenden Gewässer bewirken auch an den Substanzen, welche sie den Gebirgen entreißen und mit sich fortführen eine Abrundung; dies ist die Entstehung der Gerölle, unter deren Form sich sehr viele Substanzen zeigen — ein Umstand, den man weder mit der Bildung der Erbsensteine, noch mit der der bereits erwähnten abgerundeten Krystalle verwechseln darf.

§. 56. **Widerstand der Medien. Vulkanische Bomben.** — Auch der Widerstand der Medien, in welchen die Stoffe fest werden, führen auf runde, knotige, warzige u. s. w. und zuweilen auch auf haarförmige Gestalten. Auf solche Weise bilden die vulkanischen Stoffe, wenn sie über den Abhang der Berge hinabfließen, auf demselben eine Art Stalaktiten und gewundene, verdrehte Schlacken. Die weit in die Lüfte hinausgeschleuderten geschmolzenen Massen nehmen darin runde Formen an, die man vulkanische Bomben genannt hat; und wenn sie im vollkommen flüssigen Zustande sind, so theilen sie sich darin in eine Menge haarförmiger Fäden (das haarförmige Glas von der Insel Bourbon).

Einfache Nieren. — Die Substanzen, welche in Mitte weicher Stoffe in einen festen Zustand übergehen, verdanken dem Widerstand der letztern auch nierenförmige Bildungen, die auf ihrer Oberfläche glatt sind, wenn die Substanz nicht krystallisirt, und mit Krystallen besäet sind, wenn sie diese Eigenschaft besitzt. Der erstere Fall läßt sich z. B. bei dem Feuerstein der Kreide bemerken; der zweite in vielen verschiedenen Stoffen, z. B. bei den §. 54 erwähnten fugelförmigen Gruppen.

Geoden. — Manchmal sind die Feuersteinnieren, wie auch mehrere andere Stoffe in ihrem Innern hohl, in welchem Falle man sie Geoden nennt. Die Höhlung ist ziemlich häufig mit Krystallen oder mit Stalaktiten ausgekleidet oder von einer pulverförmigen Masse ausgefüllt, welche, wenn sie vertrocknet, nicht selten eine Zusammenziehung erleidet, wodurch sie sich von den Wandungen der Höhlung absondert und nun beweglich wird: dies hat man namentlich bei gewissen Eisenerzen bemerkt, deren Nieren Adlersteine genannt worden sind.

§. 57. **Haarförmige Bildungen.** — Wenn die Krystalle durch eine bedeutende Verlängerung haarförmig werden können, so bilden sich unregelmäßige Fädchen, die aber nur zufällig sind. So findet man Metallfädchen in den Zellen gewisser Schlacken, die unsere Hüttenwerke liefern und deren Vorhandensein man sich leicht erklären kann. Diese Schlacken sind glasartige Stoffe, welche, da sie schneller in den Zustand von Festigkeit übergehen, als die von ihnen eingeschlossenen flüssigen Metallkügelchen und alsdann an Volumen abnehmen, auf das Metall einen starken Druck ausüben und es in die benachbarten leeren Zellen durch die Poren hindurch einzudringen nöthigen, welche sich bilderen, und durch welche es zu Fäden wird. Auf eine solche Weise haben sich wahrscheinlich die Silber- und Kupferfilberglanzfasern u. s. w. gebildet, die man im Schooße der Erde findet.

Etwas Aehnliches bildet sich auch auf nassem Wege. Wenn sich nämlich eine Auflösung in einem porosen Gefäß eingeschlossen findet, so bildet sich alsbald auf der äußern Oberfläche eine Menge kleiner Fasern von dem aufgelösten Stoff. Es ist nun leicht begreiflich, daß durch jede Pore ein Flüssigkeitströpfchen gelangt, welches, indem es verdampft, von der Substanz ein kleines Theilchen absetzt; ein anderes Tröpfchen setzt unter das erste Molekül ein neues ab, das nun vorwärts gestoßen wird u. s. w.; auf diese Weise bildet sich nun in kurzer Zeit ein mehr oder weniger langes Fädchen. Man findet; daß dieses Fädchen an seinem unteren Theil wächst, wobei es sein Ende in dem Momente färbt, wo es zu erscheinen beginnt. Das Steinsalz, der Gyps, der Kalkstein u. s. w. bieten uns Fasern dar, die auf diese Weise gebildet sein müssen.

§. 58. **Formen durch Zusammenbacken.** — Wenn eine Flüssigkeit, welche Stoffe in sich aufgelöst enthält, durch Ablagerungen von lockern Substanzen hindurchdringt oder darin verweilt, so versetzt sie einen mehr oder weniger großen Theil derselben in einen festen Zustand unter stalaktitischen und nierenförmigen Gestalten oder selbst unter Krystallformen, die der Substanz angehören, welche sie einschließt. Das schönste Beispiel dieser Art wird uns der Sand dar, welcher einen Bestandtheil des Sandsteines von Fontainebleau oder von den Umgebungen von Apt in der Provence ausmacht. Wenn kohlensaure, kalkhaltige Gewässer in diesen Sand sickern, so

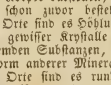
331. backen sie ihn auf verschiedene Art zusammen, häufig unter der Form spitzer Rhomboeder (Fig. 331). Daß genannte Form dem kohlensauren Kalk zugeschrieben werden muß, wird dadurch bewiesen, daß durch die Salpetersäure der ganze Kalkgehalt weggenommen wird und der Sand alsdann seine Pulverform wieder annimmt. Ebenso werden viele andere Stoffe, z. B. eisenhaltige Thone, Eisenoxyde, gewisse grüne Substanzen, die man Chlorite nennt, oft in die Krystallisation verschiedener Substanzen, welche sich in ihnen gebildet haben, mit hineingezogen; alsdann herrscht aber gewöhnlich die krystallisirende Substanz vor, während im vorigen Beispiel der Kalkgehalt zuweilen keine zwanzig Procent beträgt.

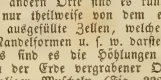
§. 59. **Formen durch Inkrustation.** — Die Wasser, welche Stoffe in sich aufgelöst enthalten, setzen dieselben öfters auf Pflanzen, Thieren und Steinen ab, welche sich auf ihrem Wege finden und überkleiden sie mit einer mehr oder weniger dicken Steinschichte, welche die äußere Form derselben im Großen beibehält. Dies geschieht häufig durch die Wasser, welche aus Kalkgebirgen kommen und kohlensauren Kalk enthalten. Mehrere Quellen von Frank-

reich und andern Gegenden, die sich in der Nähe von Straßen finden, sind durch diese Wirkungen besonders berühmt geworden. In diese Quellen legen die Bauern Vogelnester, kleine Körbe mit Früchten u. s. w., die sich sehr schnell inkrustiren und nachher von ihnen unter der sehr uneigentlichen Benennung von Versteinerungen verkauft werden. Auf eine noch andere Weise benützt man diese inkrustirenden Wasser in den Bädern von St. Philipp in Toscana, indem man sie über sorgfältig ausgeführte Abgüsse oder Abdrücke sprudeln läßt. Der Kalk, der hier sehr rein und weiß ist, setzt sich darauf ab, behält genau die Form des Abgusses bei und stellt sehr deutliche Basreliefs von ächtem Marmor dar.

Man findet häufig auch rein krystallinische Inkrustationen. Dies sind symmetrisch auf der Oberfläche anderer krystallisirter Körper liegende kleine Krystalle, welche diese Körper ganz bedecken. Oft finden sich die Substanzen, welche gleichsam als Träger gedient haben, zufällig weggenommen, und es bleiben nur noch hohle, durch die Substanz, welche sie inkrustirt hat, gebildete Gerippe übrig.

§. 60. **Formen, durch Abdruck entstanden.** — In sehr vielen Fällen sind die Formen, welche die unbelebten Körper darstellen, das Resultat eines Abdruckes in schon zuvor bestehenden Höhlungen. An dem einen Orte sind es Höhlungen, erzeugt durch die Zerstörung gewisser Krystalle und nachher ausgefüllt von fremden Substanzen, welche alsdann die regelmäßige Form anderer Mineralien darbieten; an einem andern Orte sind es runde, entweder ganz oder nur theilweise von dem einen oder andern Stoff ausgefüllte Zellen, welche noch die Nieren-, die Mandelformen u. s. w. darstellen; wiederum wo anders sind es die Höhlungen verschiedener, im Busen der Erde vergrabener Organismen, z. B. einschaliger Muscheln (Fig. 332 bis 334), oder zweischalige (Fig. 335), oder Echiniden (Fig. 336 u. s. w.).





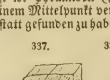
§. 61. Es gibt auch Formen, welche aus der Substitution einer Substanz für eine andere durch eine chemische Operation hervorgeht. Gewisse Thatsachen nun des gemeinen technischen Lebens, sowie der chemischen Laboratorien, lassen uns diejenigen wahrnehmen, welche uns die Natur darbietet, obgleich oft hier das wahre Princip uns verborgen bleibt. So sind z. B. die Silbermünzen, die eine geraume Zeit in Abtrittgruben gelegen sind, in Schwefelsilber verwandelt worden, ohne ihre Form verloren zu haben; ein Krystall von kohlensaurem oder salzsaurem Blei, der lang genug einer Atmosphäre von Schwefelwasserstoffgas ausgesetzt war, findet sich in Schwefelblei (Bleiglanz) verwandelt, welches die ursprüngliche Form beibehält; ein Krystall von schwefelsaurem Kali, welchen man in Kreide legt, die in einem nicht sehr feuchten Zustand erhalten wird, verwandelt sich in schwefelsauren Kalk.

Etwas ganz Aehnliches geht in der Natur vor sich: Krystalle von kohlensaurem, schwefelsaurem und phosphorsaurem Blei werden ohne Formverlust in ein Schwefelmetall (Sulfur), ferner Krystalle von Kupferoxyd in ein kohlensaures Salz mit grüner Farbe, Krystalle von kohlensaurem und schwefelsauren Kalk in Kieselsäure umgewandelt u. s. w.; daher zeigen auch sehr viele Mineralkörper Formen, die ihnen nicht eigenthümlich sind.

Eigentliche Versteinerungen. — Durch ähnliche Substitutionen sind ohne Zweifel auch die Muschelschalen und Madreporen, die von kalkiger Beschaffenheit sind, ferner gewisse weiche Thiere, Stücke verschiedener Holzarten im Schooße der Erde in Kieselerde verwandelt worden. In genannten Fällen zeigt der Stoff nicht allein die Form des Körpers, sondern auch sein ganzes inneres Gewebe, bis auf seine zartesten Theile hinaus, so daß z. B. die Hölzer ihre ganze Holzstruktur beibehielten und bei oberflächlicher Betrachtung für natürliches Holz gehalten werden konnten: dies ist's nun, was die wahre Versteinerung von den inkrustirten und den gleichsam abgedrückten oder abgegossenen Substanzen unterscheidet, denen man uneigentlich diesen Namen gibt (§. 59).

§. 62. **Formen durch Zusammenziehung.** — Es findet sich wohl Niemand, der noch nicht die teigigen Substanzen, wenn sie vertrocknen, sich zerreißen, und nach allen Richtungen sich spalten gesehen hätte. Dies rührt nun von der Zusammenziehung der Theilchen her, welche in dem Maße stattfindet, als Wasser entweicht. Sehr viele dem Feuer ausgesetzte Substanzen zeigen das gleiche Resultat; etwas Aehnliches beobachtet man auch beim Erkalten solcher geschmolzener Substanzen, die schlechte Wärmeleiter sind.

Man findet viele Beispiele von ähnlichen Phänomenen unter den natürlichen Substanzen, welche sich manchmal in großem Maßstabe (siehe den Basalt in der Geologie) in polyedrische Theile von verschiedenen Formen gespalten haben: unter diesen Theilen gibt es eine Art gerader und schiefer Parallelipipeden (Fig. 337, 338); ferner dreiseitige, fünfseitige, sechsseitige u. s. w. Prismen, (Fig. 339); dreiseitige, vierseitige u. s. w. Pyramiden (Fig. 340), die sich manchmal in einem Mittelpunkt vereinigen, wo das Zusammenziehen statt gefunden zu haben scheint (Fig. 341).



Die in erdigen Nieren vor sich gegangenen Zusammenziehungen haben die sogenannten Ludus helmontii (Fig. 342) hervorgebracht. Die durch die Spalten bewirkten Räume finden sich alsdann durch mehr oder weniger harte fremdartige Substanzen erfüllt, die oft einen Vorsprung in Folge der Zerstörung oder Abnützung der Grundmasse macht. Wo anders ist die ursprüngliche Substanz weggenommen worden, und bleibt diejenige, welche sich in den Spalten abgesetzt hatte, allein zurück, wobei sie alsdann eine zellige Masse, gleich einer Bienenwabe, bildet.

Struktur der unbelebten Körper.

§. 63. **Regelmäßige Struktur.** — Wie es zwei Arten von Formen gibt, so sind auch zwei Strukturarten vorhanden: nämlich eine regelmäßige polyedrische Struktur und eine unregelmäßige oder zufällige Struktur.

Die Spaltbarkeit der Mineralien. — Die regelmäßige Struktur zeigt sich, wenn man gewisse Krystalle zerbricht; jedes Bruchstück stellt alsdann einen kleinen Polyeder dar, und selbst der Staub dieser Körper ist, unter dem Mikroskop betrachtet, ein Haufen kleiner regelmäßig begrenzter Körperchen. So zerbrechen z. B. das Kochsalz, das Bleioxyd in kleine Würfel; der Flußspath, der Diamant zu Octaedern; der Schwerspath (schwefelsaurer Baryt), der Topas zu rhombischen Prismen; der krystallisirte Kalkstein, der Rubin und Saphir zu Rhomboedern, u. s. w. Diese natürliche Theilung der Körper wird gewöhnlich mit dem Worte Spaltung bezeichnet.

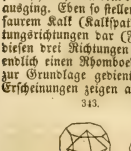
Doch haben nicht alle krystallisirten Körper diese Eigenschaft; denn es gibt viele, die stets nur in unregelmäßige Stücke zerbrechen, wie z. B. der Bergkrystall, der Granat, Smaragd, u. s. w. In andern finden sich nur zwei Spaltungsrichtungen, oft nur eine; daher entsteht hier durch das Spalten kein bestimmter Körper. Oft sprechen sich die Spalten auch nur durch ein Schillern aus, das man im Innern des Krystalls bemerkt.

Die Beobachtung der Spaltbarkeit ist äußerst nützlich zur Unterscheidung der verschiedenen Körper, die zu einem gleichen Krystallsystem gehören; daher wird man den sonst noch sehr gut charakterisirten Diamant nicht mit dem Kochsalz verwechseln, obgleich er in demselben System krystallisirt. Aus einem noch tristigeren Grunde wird man die Stoffe verschiedener Systeme von einander unterscheiden, wenn die äußern Formen durch irgend einen Umstand entweder verdeckt oder zerstört sein werden.

Grundform oder Kernform. — Wir können nicht umhin, hier auch eine besondere Art von Spaltung anzuführen, welche Hauy zu der Annahme einer Kernform in den verschiedenen Krystallen veranlaßt hat, die ein und derselbe Krystall darstellen kann. Wenn man z. B. einen Würfelkrystall vom Flußspath hat, so findet man, daß er sich auf jedem der acht Ecken mit einem Messer spalten läßt, so daß man durch ein fortgesetztes Spalten endlich einen Octaeder erhält, der in der Mitte des Würfels zu liegen scheint. Die Theile, die man beim Spalten an jeder der acht Würfelecken allmählig wegnimmt, sind zuerst eine kleine Pyramide, auf die dann lauter unter sich parallele dreieckige Plättchen folgen.

Nimmt man dagegen einen Octaeder von Bleiglanz, so bemerkt man, daß er sich an seinen sechs Ecken spalten läßt (Fig. 344), und eben so kann man auch an jeder Ecke nach und nach Plättchen abspalten, was bald zu einem Würfel führt, welcher, in der Mitte des Krystalls liegend, der Punkt gewesen zu sein scheint, von dem die Krystallisation des Octaeders ausging. Eben so stellen die Scalenoeder von kohlensaurem Kalk (Kalkspath) an ihrer Spitze drei Spaltungsrichtungen dar (Fig. 345), und spaltet man in diesen drei Richtungen Plättchen ab, so erhält man endlich einen Rhomboeder, welcher der Krystallisation zur Grundlage gedient zu haben scheint. Aehnliche Erscheinungen zeigen alle spaltbaren Krystalle.

343. 344. 345.



Naturgeschichte.

Hypothese über die Verkleinerung der Krystalle.

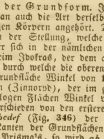
— Nach solchen Beobachtungen vermochte Hauy in jeder Substanz eine Urform oder einen Kern zu entdecken und das Vorhandensein der andern Formen, welche er abgeleitete oder sekundäre Gestalten nannte, durch Anlegen von immer kleiner werdenden verschiedenartigen Blättern an die erstere, gerade wie die Blätter, welche man nach und nach auf die oben erwähnte Art von einem Krystall wegnehmen kann.

Man sieht nun, daß die Wahl der Grundform oder Kernform, welche die ganze Krystallisation einer Substanz repräsentiren soll, 4. nicht willkürlich ist. Es ist klar, daß man im Allgemeinen diejenige Form wählen müssen, welche die meisten Eigenschaften besitzt, welche diese Körper betrifft, die sich nicht spalten lassen, so wird man diejenige Form wählen müssen, die bei den Krystallen vorherrschend ist. Man wird also z. B. beim Alaun das regelmäßige Octaeder wählen, welches so zu sagen der allgemeine Ausdruck in der Krystallisation dieser Substanz ist, während man aus einem gleichen Grund das Rautendodecaeder für den Granat rc. wählen wird.

Dimensionen der Grundform. Ist die Grundform einmal gewählt, so muß man auch die Art derselben bestimmen, wenn sie nicht den regelmäßigen Körpern angehört. Diese Bestimmung beruht auf den Beziehungen der Stellung, welche die verschiedenen gleichartigen Flächen unter sich in der nämlichen Substanz haben können. So machen z. B. beim Zirkon, der dem quadratischen Prisma angehört, die Flächen, durch welche die obern Kanten verdeckt werden, successive mit der Grundfläche Winkel von 136° 6′, 142° 48′, 124° 30′ rc. Im Zinnstein (Zinnoxyd), der im gleichen System krystallisirt, zeigen die analogen Flächen Winkel von 150° 34′, 136° 30′, 97° 40′, die sehr verschieden von den ersteren sind.

Es sei nun *abcdef* (Fig. 346) der Längenschnitt des an den Kanten der Grundflächen verändertenquadratischen Prismas, so wird *ab* eine der Abänderungsflächen sein, deren Neigungen gegen die Grundfläche *af* wir vorhin angegeben haben. Ziehen wir nun die Verticale *ah* und die Horizontale *bh*, so werden wir ein Dreieck bekommen, dessen Winkel *a* an die gegebene Neigung weniger 90° als Was haben wird. Für den ersten Fall ist der Winkel *bah* gleich 76° 6′, und *abh* alsdann 13° 54′. Da nun die Sinule der Winkel sich wie die gegenüberliegenden Seiten zu einander verhalten, so hat man

346.



Sin. *bah* (76° 6′) : sin. *abh* (13° 54′) = *bh* : *ah*.

Wenn man die Logarithmen dieser Sinule, welche 9,987092 und 9,380624 sind, hierauf die entsprechenden Zahlen sucht, die man als 9707 und 2402 findet, so wird man das numerische Verhältniß von *bh* : *ah* erhalten; d. h. man wird *bh* : *ah* = 9707 : 2402, oder vereinfacht, nahezu *bh* : *ah* = 12 : 3.

Die zweite gegebene Neigung, vermindert um 90°, gibt für *bah* 52° 42′, und für *abh* 37° 12′, worauf *bh* : *ah* = 7965 : 6046 = 4 : 3.

Die dritte Neigung gibt *bh* : *ah* = 5664 : 8241 = 4 : 6.

Die Abänderungsflächen sind nun offenbar ebensogut durch Beziehungen der Linien *ab*, durch die Winkel, und zwar auf eine Weise bestimmt, die sich zur Vergleichung besser eignet.

Man sieht nun, daß die Längen *bh* und *ah*, die sich zu einander verhalten wie 12 : 3, 4 : 3, 4 : 6, auch in Zahlenverhältnissen zu einander stehen, und daß, wenn man diesen einfachen Verhältniß, z. B. von dem Verhältniß 4 : 3 ausgeht, sich auch die andern vereinfachen werden. Man kann 4 : 3 als das Verhältniß der Basis zur Höhe des prismatischen Molekuls betrachten und dann sagen, daß die Fläche, deren Neigung zur Basis 142° 48′ beträgt, durch 1 Molekül als Breite und 1 Molekül als Höhe bestimmt ist; daß ferner die Fläche, welche gegen die Basis eine Neigung von 136° 6′ macht, durch 4 Molekule als Breite und 1 Molekül als Höhe bestimmt ist, und daß die Fläche, welche mit der Basis 124° 30′ macht, durch 1 Molekül Breite und 2 Molekule Höhe bestimmt ist. Das Verhältniß 4 : 3, das zwischen der Basis und der Höhe des Molekuls herrscht, charakterisirt also das quadratische Prisma des Zirkons.

Nehmen wir die für den Zinnstein angegebenen Neigungen, so werden wir für die verschiedenen Verhältnisse von *bh* : *ah* folgende Ausdrücke finden:

bh : *ah* = 9130 : 3327 = 11 × 83 : 4 × 41
bh : *ah* = 7253 : 6983 = 83 : 41
bh : *ah* = 1334 : 9910 = 83 : 8 × 41

Das Zinnsteinprisma würde also charakterisirt und von dem ersteren unterschieden sein durch das Verhältniß 83 : 41, welches das der Basis zur Höhe wäre.

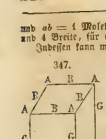
Mit diesen Bemerkungen werden wir uns begnügen, mit welcher man kurz zeigen wollte, wie man es angegriffen habe, um die Dimensionen der übrigen Formen zu bestimmen.

Zeichen für die abgeleiteten Formen. Man sieht, wie man eine Form erhalten kann, die wirklich die ganze Krystallisation einer Substanz repräsentirt. Um aber einen vollständigen Begriff von dieser Krystallisation zu geben, muß man noch die Grenze bezeichnen, nach welchen sich die verschiedenen Abänderungsflächen ordnen, und aus welchen alle abgeleitete oder sekundäre Formen hervorgehen. Zu diesem Endzweck braucht man bloß die Beziehungen der Linien anzugeben, durch die man diese Flächen bestimmen kann. Da man z. B. für den Zirkon ein quadratisches Prisma aufgestellt hat, dessen Grundfläche sich zur Höhe verhält wie 4 zu 3, so wird man noch hinzufügen, daß für die eine der Abänderungsflächen die Linien *ab*

und $ab = 1$ Molekül Höhe und 1 Breite, für eine andere 1 Höhe und 4 Breite, für eine dritte 2 Höhe und 1 Breite ꝛc. sei.

Indessen kann man sich leichter durch Zeichen ausdrücken, indem man jeden Theil der Grundform durch einen besondern Buchstaben bezeichnet. wie in Fig 347, und das Verhältniß als Exponent über den Buchstaben setzt. So würden wir z. B. in vorhergehenten Fall die verschiedenen Flächen, die sich an den Kanten B bilden, durch die Zeichen $B^1/_4$ $B^1/_3$ $B^1/_2$ ꝛc. anzeigen, wo der Nenner immer die Höhe ausdrückt. Ist der Nenner eine Einheit, so kann man ihn auch weglassen und einfacher $B^1/_4$, B^1, B^2 ꝛc. schreiben. Auf eine ähnliche Weise würde man die Abänderungen an den übrigen Kanten und Ecken anzeigen können.

347.



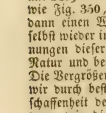
Für den Zinnstein, der welchem sich die Basis zur Höhe wie 43 zu 41 verhält, würde man als Ausdruck der verschiedenen Abänderungsgesetze an den Kanten der Grundflächen $B^1/_{11}$, B^1, B^2 ꝛc. haben. Es ist aus dieser Benennung leicht ersichtlich, daß die Gesetze, von welchen die Abänderungen der einen Substanz abhängen, nicht diejenigen sind, welche die Abänderungen der andern beherrschen.

Man begreift nun, daß man nach einer solchen Feststellung der Abänderungsgesetze, welche man in einer Substanz erkennt, sich theoretisch sämmtliche dazwischen liegende denken und zum Voraus die Neigungen der Flächen berechnen kann, die sich möglicher Weise finden lassen.

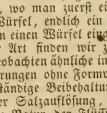
Struktur bei den Krystallgruppen. — Außer der Spaltung muß man bei den Krystallen noch eine andere Form von Struktur zulassen, die von einer regelmäßigen Zusammenfügung kleiner Krystalle herrührt. So kann z. B. in den §. 48 angegebenen Krystallgruppen einerseits die Spaltbarkeit in jedem der eine solche Gruppe bildenden einzelnen Krystalle und anderseits eine besondere Struktur bestehen, welche sowohl aus ihren Formen als der Art und Weise hervorgeht, wie sie sich zur Bildung eines regelmäßigen Ganzen mit einander vereinigt haben. Diese letztere mit dem bloßen Auge oft nicht wahrnehmbare Struktur spricht sich in den optischen Erscheinungen aus, von denen wir später reden werden.

Struktur, die sich aus der Vergrößerung (Wachsen) der Mineralien ergibt. — Es war schon früher von die Rede, daß die Krystalle oft nach ihrer ersten Bildung sich vergrößern (§. 2), geschehe dies nun entweder mit Beibehalten ihrer Urform (Fig. 348 und 349) oder mit allmähliger Veränderung derselben, wie Fig. 350, wo man zuerst ein Octaeder sieht, sodann einen Würfel, endlich ein Dodecaeder, welches selbst wieder in einen Würfel eingeschlossen ist. Erscheinungen dieser Art finden wir ziemlich häufig in der Natur und beobachten ähnliche in unsern Laboratorien. Die Vergrößerungen ohne Formveränderung bewecken wir durch beständige Beibehaltung einer gleichen Beschaffenheit der Salzauflösung, dagegen die andern, wenn wir die Natur der Flüssigkeit variiren lassen, in welcher die Krystallisation stattfindet.

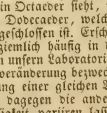
348.



349.



350.



Diese bei der Vergrößerung der Krystalle obwaltenden Umstände veranlassen im Innern der Krystalle eigenthümliche und oft sehr complicirte Strukturen. Es ist manchmal der Fall, daß die verschiedenen Zuwüchse auseinander fallen können, wie Fig. 349, wenn die Masse zerbrochen ist; dies sieht man z. B. beim Quarz (Bergkrystall), Flußspath ꝛc., und kann man mit ein wenig Vorsicht beim Alaun erhalten, wenn man die Oberfläche der Krystalle mit einem fetten Körper in den verschiedenen Wachsthumsperioden ganz leicht reibt. Auch geschieht es häufig, daß die verschiedenen Schichten in einer gewissen Entfernung von einander abstehen, was man gleichfalls beim Quarz wahrnimmt und was auch beim Salpeter, schwefelsauren Natron ꝛc. stattfindet, sobald die Auflösung dieser Salze sehr concentrirt ist und die Krystallisation schnell vor sich geht. Der Zwischenraum zwischen den Schichten findet sich alsdann von der Flüssigkeit ausgefüllt.

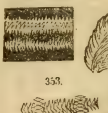
§. 64. Unregelmäßige Struktur durch Anhäufung. — Wenn die Krystalle, indem sie sich mit ihren gleichartigen Flächen zu Gruppen vereinigen, eine regelmäßige Struktur im Innern der Masse, welche sie zusammensetzen, hervorrufen, so verhält sich die Sache anders, wenn sie ohne Ordnung untereinander geworfen sind; denn alsdann kann die Masse, die sie bilden, nur eine unregelmäßige Struktur besitzen; indessen gibt es hier mehrere Unterschiede zu machen.

1) **Blätterige Struktur.** — Lassen sich die Krystalle spalten, so stellt die Masse in ihrem Bruche eine Menge kleiner Flächen dar, die nach allen Richtungen hin verlaufen und die man besonders an den Spiegeln einer jeden erkennt. Die Struktur heißt alsdann blättrig und ist bald grobblätterig, bald kleinblätterig, wie bei dem weißen Marmor, der zu Statuen verwendet wird. Manchmal sind die Massen aus kleinen krystallinischen Blättern gebildet, die unter sich nur einen geringen Zusammenhang zeigen und oft an den Fingern hängen bleiben, wenn man sie berührt. Man bemerkt dies an dem schneeförmigen, schwefelsauren Kalk (Gypsstein), an gewissen Eisenerzen (Eisenglanz), an gewissen Substanzen, die man Chlorite ꝛc. genannt hat.

2) **Kornige Struktur.** — Wenn die gleichsam durch Zufall vereinigten Krystalle keine Spaltung zulassen, so zeigt die Masse eine körnige Struktur, die grob- oder feinkornig sein kann. Aber man muß bemerken, daß die Körner bald wahre Krystalle darstellen, die durch ihren gegenseitigen Druck umgestaltet wodern, bald zusammengebackene Sandkörner und Gerölle sind, woraus dann folgt, daß es eine krystallinische, eine körnige und eine sandige Struktur gibt; diese letztere findet man bei den verschiedenen Sandsteinarten.

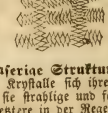
3) **Dendritische Struktur.** — Häufig setzen die Krystalle bei den vorworenen Zusammenhäufungen untereinander gemischte dendritische Gruppen zusammen; diese Gruppen lassen sich mehr oder weniger in der Masse erkennen, die alsdann eine dendritische Struktur darbietet. Man hat durch gewisse Beiwörter verschiedene Varietäten unterschieden, die von der Bildung der Dendriten herrühren, wie z. B. durch die Beiwörter gestrickt, handförmig, netzförmig ꝛc. (Fig. 351 bis 354). Der Bleiglanz, der Wismuth, der graue Kobalt, der Glimmer ꝛc. sind schöne Beispiele von dieser Struktur.

351.

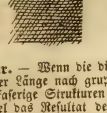


352.

353.



354.



4) **Faseriae Struktur.** — Wenn die dünnen, länglichen Krystalle sich ihrer Länge nach gruppiren, so bilden sie strahlige und faserige Strukturen; doch ist diese letztere in der Regel das Resultat der Bildung kleiner Fächen oder Härchen, wovon wir bereits

§. 57 gesprochen haben. Die Stoffe, welche sie darstellen, finden sich alsdann in den Spalten zu großen Massen vereinigter Substanzen; die Fasern, die alle unter sich parallel sind, stehen senkrecht zu der Wandung, von der sie ausgehen, und vereinigen sich in der Mitte der Spalte, indem sie da, wo sie zusammentreffen, eine mehr oder weniger unregelmäßige Verbindungsfläche bilden.

Die strahligen oder haarförmigen Krystalle sind nicht selten divergirend. Dies zeigen oft die kugeligen oder warzigen Gestalten, wo Alles nach einem Mittelpunkt hinläuft, und die Stalaktiten, wo alle Krystalle gegen die Axe gerichtet sind. Die haarförmigen Fasern sind manchmal auch in einander geflochten und auf jede mögliche Art gewunden, was man namentlich bei den korallenförmigen Massen findet.

Asbest, Amiant. — Bemerken wir noch, daß die haarförmigen Fasern zuweilen nur wenig Zusammenhang unter sich haben und sich leicht von einander ablösen. In diesem Falle bilden sie häufig geschmeidige, biegsame, seidenartige, filzige oder auch fleckenartige Massen. Solche Massen sind z. B. die Stoffe, welche man mit den Namen Asbest und Amiant bezeichnet hat; man muß aber nicht glauben, daß es immer eine und dieselbe Substanz sei, denn eine große Anzahl verschiedener steinartiger, glasartiger und metallischer Stoffe zeigen dieselben Eigenschaften.

5) **Schiefrige Struktur.** — Es ist häufig der Fall, daß Krystalle in dünnen Blättchen oder Flittern von glimmerartigen Substanzen sich platt über einander ablagern, oder daß kleine haarförmige Krystalle sich ihrer Länge nach legen, um mehr oder weniger beträchtliche Massen zu bilden. Diese Massen theilen sich alsdann nach der Richtung der Ebene, in welcher die Plättchen oder Fasern liegen, in mehr oder weniger dicke Blätter, was z. B. bei den verschiedenen Schieferarten stattfindet, welche nur Vereinigungen von platt gelegenen kleinen Blättchen oder Flittern sind, oder bei verschiedenen Sandstein- und Thonarten, welche dünne Schichten von ähnlichen Flitterchen einschließen. Man hat diese Struktur, die sich in Platten spalten läßt, **schiefrige Struktur**, und die Substanzen, welche sie besonders darbieten, **Schiefer** genannt.

Dichte Struktur. — Dicht nennt man solche Substanzen, in welchen man mit bloßem Auge keine der Strukturarten wahrnimmt, wie z. B. der Bergkrystall, das Glas ꝛc. Man muß übrigens bemerken, daß öfters die dichte Struktur von einer außerordentlichen Verkleinerung der Krystalle, Körner und Faser herrührt, welche sich zusammengehäuft haben; man findet alsdann Uebergänge in die blätterigen, körnigen ꝛc. Varietäten; in vielen Fällen aber erkennt man in der dichten Masse keinen deutlichen Theil, selbst nicht unter dem Mikroskope (Glas, Bergkrystall). Sonst geben auch die dichten Substanzen in erdige oder gallertartige Varietäten über, ein Umstand, welcher von den zwei vorhergehenden unterschieden werden zu müssen scheint.

7) **Struktur durch Vergrößern.** — Das Größerwerden spricht sich nicht allein bei den Krystallen aus, wo es eine regelmäßige polyedrische Struktur erzeugt, sondern auch bei den Erbsensteinen (Pisolithen), den nichtkrystallinischen Nierengestalten ꝛc. zeigt es sich, wo es eine sphäroidische Struktur bestimmt; ferner bei den Stalaktiten, wo die Struktur cylindrisch oder kegelförmig ist; bei den Stalagmiten und den Ablagerungen, welche die Gewässer die und da bilden, wo sie sich auf verschiedene Arten wellenförmig zeigt.

Diese vom Größerwerdenden herrührende Struktur spricht sich oft unabhängig von den blätterigen, faserigen ꝛc. Strukturen aus, die man oft zugleich in den Körpern wahrnimmt.

8) **Struktur durch Zusammenziehung.** — Wenn die Zusammenziehung in den verschiedenen Mineralmassen Zertheilungen bewirkt, erzeugt sie dadurch sogar blätterige und faserige Strukturen; manchmal veranlaßt sie mehr oder weniger deutliche schiefrige Strukturen oder Theilungen in concentrische Schichten, die der vorhin genannten Strukturart, welche man bei den Nieren bemerkt, ähnlich sind.

9) **Struktur durch Abdruck.** — Finden sich die durch Zusammenziehung gebildeten Risse und Spalten durch fremdartige Substanzen erfüllt, so bringen sie in diesen letzteren, wenn die erstere weggenommen ist, nach jeder Richtung hin abgetheilte Strukturen und eine Menge mehr oder weniger regelmäßige Höhlungen hervor. Es läßt sich dies an gewissen Quarzen (§. 62) bemerken, deren Ausfüllungssubstanz die Form von Bienenwaben zeigt, wenn der erdige Stoff, in welchen sie eingeschert ist, weggenommen wurde. Eine ähnliche Bemerkung macht man auch an gewissen Quarzvarietäten, welche man **zerhackten Quarz** (Quarz hachée) genannt hat, und noch in ziemlich vielen andern Substanzen.

10) **Zellige, poröse ꝛc. Struktur.** — Die gasförmigen Stoffe, welche die geschmolzenen Massen, oder solche, welche sich in einem teigartigen Zustand befinden, bilden darin bald runde, bald ausgezackte, durchlöcherte oder zerrissene Zellen, oder mehr oder weniger zahlreiche Poren. Diese Struktur findet man in den Schlacken und vulkanischen Erzeugnissen. Oft verlängern sich auch die Poren oder die Zellen in der Richtung der Bewegung, welche die geschmolzene Masse verfolgte, woraus eine Art faseriger Struktur hervorgeht, die man besonders bei gewissen Bimssteinvarietäten wahrnimmt.

Einige Kalkfeinablagerungen sind von senkrechten **Röhren** durchlöchert, welche von den Gasen herzurühren scheinen, die durch die Zersetzung der organischen Stoffe gebildet wurden, auf welchen diese Massen ruhen.

Auch bildet sich manchmal eine Art zelliger oder poröser Struktur in Folge der Zersetzung gewisser Krystalle oder kleiner Nieren, welche ihren Eindruck als hohle Räume in den Massen zurücklassen, wo sie eingeschlossen waren. Dies findet häufig durch die Zerstörung der Krystalle und Nieren des Schwefelkieses Statt.

11) **Organische Struktur.** — Es ist bereits gesagt worden, daß bei den eigentlichen Versteinerungen das ganze organische Gewebe sich deutlich erhalten findet. Es geht daher in den Substanzen eine Struktur hervor, welche den organischen Körpern angehört; solche Strukturen sind z. B. die der verschiedenen Holzarten der Madreporen, gewisser Weichthiere ꝛc.

Auch finden sich **röhrige Strukturen**, welche bald von röhrigen, organischen Ueberresten, bald von gewissen cylindrischen Körpern herrühren, welche nach ihrer Zerstörung ihre Eindrücke in den Substanzen zurücklassen, in welchen sie eingeschlossen waren.

Endlich ist noch zu bemerken, daß die Kalkfeine oft durch gewisse Mollusken durchbohrt sind und dann eine durchaus zufällige zellige Struktur darbieten. Dieser Umstand zeigt sich nicht allein in den Kalken, die unsere Meere begränzen, sondern auch noch in solchen, die sich im Innern der Länder finden, welche daher ehemals von den Gewässern des Oceans besucht worden sein mußten.

Von dem Bruch.

§. 65. Die Strukturen, welche wir so eben beschrieben haben, sind häufig unter dem Namen Bruch abgehandelt worden, weil diese sich in der That durch den Bruch aussprich. Daher sagt man oft, ein Körper habe einen blätterigen, körnigen, faserigen, dichten

u. s. w. Bruch; aber die dichte Struktur bietet uns in demselben einige Abänderungen dar, welche zu erwähnen nicht überflüssig scheint.

Konischer und muscheliger Bruch. — Schlägt man auf einen dichten Körper, der keine blättrige oder faserige Struktur zeigt, so erzeugt der Schlag im Innern einen mehr oder weniger stumpfen Kegel; dies kann man an einer Kugel von Agat, Bergkrystall oder Glas sehen, welche man auf einen harten Körper fallen läßt. Ist der Schlag stark genug, so theilt sie sich in Bruchstücke, welche einen hohlen Eindruck einer kegelförmigen Warze zeigen, die dadurch bloß gelegt wird. Diese Eindrücke haben eine gewisse Aehnlichkeit mit einer zweischaligen Muschel und man sagt alsdann, der Bruch sei muschelig: er ist mehr oder minder tief, mehr oder minder platt, je nach der Art der Substanz, so daß diese dadurch von andern unterschieden werden kann.

Es gibt auch gewisse dichte Körper, welche in ihrem Bruch eine kleinere oder größere Anzahl von Splittern zeigen, in welche sie zu zerfallen drohen. Man sagt alsdann, daß der Bruch splittrig sei; auch dieser Umstand kann einige Unterscheidungen erleichtern. Endlich gibt es dichte Körper, deren Bruch glatt und eben ist: dies ist z. B. der Charakter der bessern Steine, welche in der Lithographie eine Anwendung finden können.

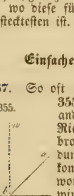
Optische Eigenschaften der Mineralien.

§. 66. Unter den optischen Eigenschaften der Mineralien sind die wichtigsten: die einfache und doppelte Strahlenbrechung, die Polarisation durch Reflexion, das Farbenspiel, das Opalisiren, die eigenthümlichen und zufälligen Farben. Einige von diesen können von der Natur des Körpers abhängig sein, aber die größere Anzahl derselben rührt von der Anordnung ihrer kleinsten Theilchen her, und können häufig dazu dienen, sie zu entdecken, selbst in Fällen, wo diese für andere Arten der Untersuchung am versteckte sten ist.

Einfache Strahlenbrechung.

§. 67. So oft ein Lichtstrahl ab oder cb (Fig. 355) schief von einem Körper in einen andern übergeht, wird er von seiner Richtung abgelenkt und ist wie gebrochen (refractus) in der Verbindungsebene beider Mittel; daher kommt der Ausdruck Brechung, womit diese Erscheinung bezeichnet wird. Die Brechung ist einfach, wenn der Strahl in dem einen wie in andern Mittel einfach bleibt; sie ist doppelt, wenn sich der Strahl durch die Einwirkung des einen Körpers in zwei Theile spaltet.

355.



Einfalls- und Brechungswinkel nennt man diejenigen Winkel, welche der Strahl vor und nach der Brechung mit dem im Einfallspunkte errichteten Perpendikel nm macht. Die Beobachtung zeigt, daß die Sinus dieser Winkel bei zwei bestimmten Substanzen in einem constanten Verhältnisse stehen, und daß sie dagegen variiren, wenn an die Stelle der brechenden Substanz eine andere gesetzt wird. Zwischen der atmosphärischen Luft z. B., in die wir immer eingetaucht sind, und einer bestimmten Substanz findet ein constantes Verhältniß Statt, welches dagegen sich für jede andere Substanz ändert. Dieses constante Verhältniß für jede Substanz heißt Index der Brechung.

Anwendung. — Die Beobachtung des Index der Brechung ist deßhalb für das Studium der Naturprodukte wichtig, weil man sich desselben bedienen kann, die einen von den andern genau zu unterscheiden, wenigstens wenn sie frei von jeder mechanischen Beimengung sind, welche die Strahlen ablenken könnte, und wenn sie in einem der Krystallisation vergleichbaren Zustand sich befinden. Man unterscheidet in der That durch dieses Mittel ohne Schwierigkeit folgende Substanzen.

Namen der Substanzen.		Index der Brechung.
Diamant		2,439 2,755
Schwefel		2,115
Zirkon		1,930
Granat		1,815
Spinell		1,812
blauer Saphir		1,794
orientalischer Rubin		1,779
weißer Saphir		1,768
Aetzipath		1,764
Cymophan (orientalischer Chrysolith)		1,760
krystallisirter Kalkspath	ordentlicher Strahl	1,654
	außerordentlicher Strahl	1,483
Arragonit	der eine	1,693
	der andere	1,535
Schwerspath	der eine	1,635
	der andere	1,620
gelber Topas	der eine	1,640
	der andere	1,632
weißer Topas		1,610
Quarz	ordentlicher	1,548
	außerordentlicher	1,558
Steinsalz		1,557
Calcedon		1,553
Gyps		1,525
Opal		1,479
Borax		1,475
Alaun		1,457
Flußspath		1,436

Wir müssen darauf aufmerksam machen, daß die Farben, welche die Substanzen zufälliger Weise besitzen können, immer einigen Unterschied im Index der Brechung herbeiführen, und daß sie ihn in der Regel erhöhen. Man sieht in der That, daß der weiße Saphir zum Index 1,768 hat, der blaue Saphir 1,794, der orientalische Rubin, welcher dieselbe Beschaffenheit hat, 1,779; der weiße Topas hat zum Index 1,610, während der gelbe 1,632 hat.

Auch kann man die Bemerkung machen, was wir schon §. 45 besprochen haben, daß der Index der Brechung nicht derselbe ist, wenn die Substanz in zwei verschiedenen Systemen krystallisirt. So z. B. hat der rhomboedrische Kalkspath 1,654 und 1,483 zum Index, während der Arragonit 1,693 und 1,535 hat. Hieraus sieht man, daß die Brechung nicht allein von der Natur der Substanzen, sondern auch von der Anordnung ihrer kleinsten Theilchen abhängig ist.

Mittel, sie zu bestimmen. — Unter den verschiedenen Mitteln, welche man zur Bestimmung des Brechungswinkels anwenden kann, besteht das Einfachste darin, daß man die Substanz zu einem Prisma schneidet (oder einen durchsichtigen Krystall mit glatten Flächen nimmt), daß man den Einfallswinkel der beiden Ebenen mißt und das sucht, was man die kleinste Ablenkung des Strahles nennt, welcher durch den Körper geht; d. h. den kleinsten Winkel, welchen das gebrochene Bild mit dem direkten machen kann. Mit Hülfe dieser Angaben erhält man das verlangte Verhältniß; denn man kann beweisen, daß der Index der Brechung durch die Formel ausgedrückt ist,

$$\frac{\sin \frac{1}{2}(\alpha + \Delta)}{\sin \frac{1}{2}\alpha}$$

wenn α den Winkel des Prismas, und Δ den Winkel der kleinsten Ablenkung bedeutet.

Der Goniometer von Babinet, mit Hülfe dessen man den Winkel des Prismas erhalten kann, §. 4, dient auch dazu, die kleinste Ablenkung zu messen. Zu diesem Zweck sei das Prisma auf dem mittleren Träger, to dreht man das bewegliche Sehrohr b (Fig. 356) rechts oder links von der Richtung des festen Rohres a, und indem man den Träger dreht, erhält man bald ein Bild des Sonnenspektrums, das vom vertikalen Faden des Rohres a berührt. Wenn man hierauf in einer oder der andern Richtung langsam dreht, so sieht man gewöhnlich das Spektrum auf einer oder der andern Seite die Röhre verlassen.

356.

Nahert man nun das Rohr b der Richtung von a, und dreht man zu gleicher Zeit den Träger, um das Spektrum nicht aus dem Auge zu verlieren, so kommt man nach einigem Probieren, auf eine solche Stellung, daß die beiden entgegengesetzten Bewegungen des Trägers ein Spektrum geben, das sich immer in derselben Richtung entfernt: dies ist das Spektrum der kleinsten Ablenkung.

An diesem Orte angekommen, wird man einen Punkt des Spektrums, z. B. die Grenzlinie zwischen grün und rot, wählen, und man wird den Durchschnittspunkt der Kreuzfäden des beweglichen Rohrs auf derselben Grenzlinie zwischen grün und rot richten. Man wird alsdann zwischen den zwei Halbzahlen einen Winkel haben, dessen Halbe der der kleinsten Ablenkung ist.

Nach einigen Versuchen wird man finden, daß dieses Probieren, das zu beschreiben, etwas umständlich ist, in der Wirklichkeit keine Schwierigkeit darbietet.

Doppelte Strahlenbrechung.

§. 68. **Erklärung der Erscheinung.** — Es gibt Substanzen, in welchen der einfallende Lichtstrahl nicht nur gebrochen wird, sondern sich auch in zwei abgesonderte Strahlen theilt; d. h. daß, wenn man einen Gegenstand durch einen dieser Körper ansieht, man ihn in der Regel doppelt sieht.

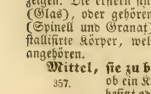
Dies kann man sehr leicht beobachten, z. B. an einem Rhomboeder von hellem Kalkspath (gewöhnlich isländischer Spath genannt) und an einer großen Anzahl anderer Substanzen, wenn sie geeignet geschnitten sind.

Anwendung. — Sämmtliche Beobachtungen zeigen, daß die Körper, welche eine einfache Strahlenbrechung besitzen, entweder der Krystallisation beraubt, oder im regulären System krystallisirt sind. Diejenigen dagegen, welche eine doppelte Strahlenbrechung zeigen, sind alle krystallisirt und gehören andern Systemen an.

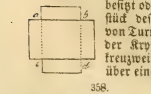
Die erste Thatsache gibt uns ein Mittel an die Hand, viele Substanzen von einander zu unterscheiden, selbst dann, wenn sie der äußern Kennzeichen entbehren, die gewöhnlich zu ihrer Erkennung dienen, wenn sie z. B. in Bruchstücken oder gespalten sind. Man wird z. B. nie Glas und Bergkrystall, Spinell und orientalischen Rubin, Granat und Zirkon ꝛc. mit einander verwechseln, weil die ersten Körper jedes Beispiels einfache, die zweiten doppelte Strahlenbrechung zeigen. Die ersteren sind daher nichtkrystallisirte Körper (Glas), oder gehören sie dem regulären System an (Spinell und Granat); die zweiten dagegen sind krystallisirte Körper, welche einem der andern Systeme angehören.

Mittel, sie zu beobachten. — Um zu erkennen, ob ein Körper doppelte Strahlenbrechung besitzt oder nicht, reicht es hin, ein Bruchstück desselben zwischen zwei Blättchen von Turmalin zu bringen, welche parallel der Krystallisationsaxe geschnitten und kreuzweise unter einem rechten Winkel über einander gelegt sind, wie in Fig. 357.

357.



358.



Man hat hiezu elastische Zangen (Fig. 358), die mit Einfassungen endigen, welche die Turmalinplättchen aufnehmen und leicht über einander gestellt werden können; das zu untersuchende Stück wird natürlicherweise durch die Federkraft zwischen diesen Blättchen gehalten.

Besitzt die Substanz einfache Strahlenbrechung, so läßt der Ort der Durchkreuzung, abcd, der natürlich dunkel ist, kein Licht durchgehen; besitzt sie dagegen doppelte Brechung, so wird dieser Raum durchsichtig.

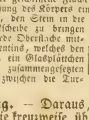
Um zu begreifen, was bei dieser Operation vorgeht, muß man wissen, daß das Licht, wenn es durch eine Substanz, die doppelte Brechung besitzt, hindurchgeht, eine besondere Eigenschaft erhält, die man Polarisation genannt hat. Diese Eigenschaft besteht darin, daß ein also modificirter Strahl sich mehr oder minder sträubt, von einer gewissen Seite durch einen durchsichtigen Körper hindurchzugehen, während er von der entgegengesetzten Seite mit Leichtigkeit hindurchgeht. Diese beiden Strahlen, durch einen Körper, der doppelte Brechung besitzt, erhalten, sind im Allgemeinen in entgegengesetzter Richtung polarisirt.

Der Turmalin, eine Substanz mit doppelter Strahlenbrechung, besitzt, sowie andere Substanzen, wenn er parallel der Axe in gehörig dicke Plättchen geschnitten ist, die Eigenschaft, den einen der Strahlen zu verschlucken, den andern durchzulassen, welcher dann in einer gewissen Richtung polarisirt ist, der sage des Plättchens entsprechend, durch welche er gegangen ist. Dieser Strahl kann durch ein Plättchen derselben Substanz, deren Axe eine entgegengesetzte Richtung hat, nicht hindurchgehen, und es herrscht daher am Durchkreuzungspunkte Dunkelheit.

Eine Substanz nun, die nur einfache Brechung besitzt, bringt keine Veränderung hervor, wenn man sie zwischen die zwei Turmalinplättchen bringt; aber eine doppeltbrechende Substanz nöthigt gewöhnlich den durch den ersten Turmalin polarisirten Strahl, sich in zwei Büschel zu theilen, von welchen der eine, der dem ersten entgegengesetzt polarisirt ist, durch den Turmalin, wenn man ihn gegen das Auge dreht, hindurchgehen kann.

Wenn das Bruchstück eine sehr unregelmäßige Oberfläche hat, oder die Substanz viele geschlossene Flächen besitzt, so kann über die doppelte Strahlenbrechung des Körpers einiger Zweifel obwalten. In diesem Fall ist es gut, den Stein in der

359.



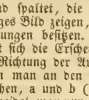
Vertiefung einer Korkscheibe zu bringen (Fig. 359) und auf der Oberfläche mittelst eines dicken Terpentinöl, welches den leeren Raum ausfüllt, ein Glasplättchen aufzudrücken. Den so zusammengelegten Apparat bringt man zwischen die Turmalinplättchen.

Beobachtung. — Daraus, daß eine Substanz das Licht durch die kreuzweise über einander gelegten Turmalinplättchen gehen läßt, darf man nicht immer den zu strengen Schluß ziehen, daß sie regelmäßig krystallisirt sei und nicht dem regulären System angehöre. Das Glas z. B., welches nicht krystallisirt ist, erlangt durch rasche Abkühlung (trempe) * die Eigenschaft, den Strahl, welcher durch den ersten Turmalin gedrungen ist, zu polarisiren, und veranlaßt daher einen Theil desselben, durch den zweiten hindurchzugehen. Gewisse Körper des regulären Systems, gewisse Diamanten z. B., zeigen eine analoge Erscheinung, und man betrachtet dies als die Wirkung einer gewissen gezwungenen Anordnung oder einer Art schneller Abkühlung.

Folgende Betrachtungen werden uns vor solchen Irrthümern bewahren:

§. 69. **Neutrale Linien oder Axen.** — Die Erscheinung der doppelten Strahlenbrechung zeigt sich in einer und derselben Substanz nicht in allen Richtungen gleich. Man bemerkt immer, daß, wenn man die Körper passend spaltet, die einen nur in einer Richtung ein einziges Bild zeigen, während die andern zwei solcher Richtungen besitzen. Beim isländischen Spath z. B. zeigt sich die Erscheinung der doppelten Brechung in der Richtung der Axe des Krystalls; so zwar, daß, wenn man an den Spitzen des Rhomboeders zwei Flächen, a und b (Fig. 360), senkrecht auf die Axe wegschneidet, man nur einfache Bilder der Gegenstände, welche man hindurch betrachtet, erblickt. Bei dem Topas, welcher in rhombischen Prismen krystallisirt, findet man eine neutrale Richtung, welche sowohl zur Rechten als zur Linken der Axe geneigt ist; zwischen den zwei Flächen

360.



* Wenn man das Glas erhitzt und schnell abkühlt, so nehmen seine Moleküle eine gewisse Stellung gegen einander an, welche eine Tendenz zur regelmäßigen Krystallisation zeigt.

361.

a und b (Fig. 361) z. B. sieht man die Gegenstände einfach, eben so zwischen den zwei Flächen c und d. Diese Richtungen sind neutrale Linien oder Aren der doppelten Brechung, optische Aren genannt worden. Eine einzige neutrale Linie, oder eine einzige Are schneidet immer die Krystallare; die Mittellinie zwischen zwei neutralen Linien correspondirt einer der Krystallaren, welche man in der Substanz beobachten kann.

Anwendung. — Folgendes ist also die mineralogisch richtige Beobachtung: Alle Substanzen, welche eine einzige neutrale Linie haben, gehören zum rhomboedrischen Systeme, oder zum prismatischen, mit quadratischer Basis; alle diejenigen, welche deren zwei besitzen, gehören zu einem der andern prismatischen Systeme. Hieraus ergibt sich, daß mittelst der Beobachtungen der optischen Erscheinungen man z. B. den Bergkrystall und den Topas, den isländischen Spath und den Gyps nicht mehr mit einander verwechseln wird, welche man durch die Form der am besten ausgebildeten Krystalle verwechseln würde.

Mittel zur Beobachtung. — Es ist also richtig, daß man bestimmen kann, ob eine durchsichtige Substanz eine einzige oder zwei Aren besitzt. Unglücklicherweise läßt sich die Beobachtung nicht immer unmittelbar anstellen, und oft ist es nöthig, den Körper zu spalten, welchen man untersuchen will. Folgende Thatsachen stellen die unterscheidenden Merkmale fest:

Alle Substanzen mit einer Are, in Plättchen senkrecht auf diese Linie geschnitten und zwischen zwei Turmalinplättchen gebracht, zeigen farbige, kreisrunde, concentrische Ringe, durch welche meist ein schwarzes Kreuz geht (Fig. 362), wenn sie die gehörige Dicke haben. Der isländische Spath bietet ein schönes Beispiel hievon dar, aber der Quarz muß außerordentlich dünn sein, um einen bläulichen Schatten dieses Kreuzes zu zeigen, und ist das Plättchen etwas dicker, so verschwindet das Kreuz vollständig; die Mitte ist alsdann auf die eine oder andere Art gefärbt.

Die Substanzen mit zwei Aren, senkrecht auf die Mittellinie geschnitten, zeigen zwei Reihen farbiger Ringe (Fig. 363), die eine auf der einen, die andere auf der entgegengesetzten Seite der Mittellinie. Diese Ringe sind elliptisch, und ein schwarzer Streifen geht durch sie hindurch. Diese beiden Reihen sind je nach den Substanzen mehr oder minder von einander entfernt; d. h. die Aren der doppelten Brechung machen unter sich größere oder kleinere Winkel.

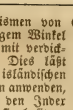
362.

363.

Gewisse Substanzen besitzen auf die Are oder die Mittellinie senkrechte Spaltungsflächen (gewisse Varietäten von kohlensaurem Kalk, der Topas, der Glimmer, der Talk u. s. w.), dann genügt es, ein Plättchen abzulösen und zwischen die Turmaline zu bringen, um eine oder die andere der angegebenen Erscheinungen zu beobachten, sei es unmittelbar, sei es, indem man den Apparat auf die eine oder die andere Seite vor dem Auge dreht.

Bei denjenigen Substanzen, welche sich nicht senkrecht auf die Are spalten lassen, genügt es bisweilen, die Plättchen, welche man zwischen den Turmalinen hat, zu neigen; aber wenn der Brechungsindex etwas groß ist, fällt der Strahl über das Gesichtsfeld hinaus, und man sieht nichts. In diesem Fall kann man sie zwischen zwei kleine Prismen von Glas a und b (Fig. 364) unter beliebigem Winkel bringen, indem man sie mit verdicktem Terpentin befestigt. Dies läßt sich z. B. bei den vom isländischen Spath abgelösten Plättchen anwenden, welche nicht unmittelbar den Index der neutralen Linie, die sie besitzen, zeigen.

364.

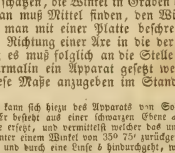


Man kann sich auch manchmal eines unregelmäßigen Bruchstücks bedienen, um diese Phänomene zu beobachten, indem man sie in einer oder der andern Richtung mit Prismen umgibt, aber im Allgemeinen wird es desser sein, aus der Substanz ein Plättchen mit parallelen Flächen zu spalten.

Abweichung der Aren. — Wir haben gesagt, daß die beiden Systeme elliptischer Ringe mehr oder weniger von einander entfernt sind, je nach der Beschaffenheit der Substanzen, oder, mit andern Worten, daß die optischen Aren größere oder kleinere Winkel bilden. Dieser Umstand unterscheidet die verschiedenen unorganischen Körper vollkommen von einander, aber man begreift leicht, daß die unbestimmte Beobachtung des Mehr oder Weniger nur die Extreme unterscheiden läßt, und daß man, um die Differenz in allen Körpern zu schätzen, die Winkel in Graden berechnen muß; d. h. man muß Mittel finden, den Winkel zu messen, welchen man mit einer Platte beschreiben muß, um von der Richtung einer Are in die der andern zu gelangen; es muß folglich an die Stelle der Zange mit dem Turmalin ein Apparat gesetzt werden, mit dem man diese Maße anzugeben im Stande ist.

Man kann sich hiezu des Apparats von Soleil (Fig. 365) bedienen. Er besteht aus einer schwarzen Ebene a, welche einen der Turmaline ersetzt, und vermittelst welcher das unbestimmte Licht der Wolken unter einem Winkel von 35° 25' zurückgeworfen und polarisirt wird, und durch eine Linse b hindurchgeht, welche die parallelen Strahlen in ihrem Brennpunkte vereinigt. An diesem Brennpunkt befindet sich eine Zange, in die man die Platte des zu untersuchenden Körpers hineinpaßt. Von diesem Punkte müssen die Lichtstrahlen durch eine zweite Linse c hindurchgehen, welche ihnen wieder eine parallele Richtung gibt; hierauf nimmt sie eine dritte Linse e auf und macht sie in f convergiren, wo sich ein Turmalinplättchen befindet, welches als Ocularglas dient.

365.



Die Zange e kann mittelst der Scheibe g so gedreht werden, daß man die Platte mehr oder weniger neigen kann, welche man in der einen oder andern Richtung unterschen will. Der Winkel dieser Bewegung wird auf dem eingetheilten Kreise e angegeben. Die Platte selbst kann in ihrer Ebene zwischen der Zange nach Belieben gedreht werden.

Zwischen den beiden Linsen d und e befinden sich zwei rechtwinklige Kreuzfaden.

Dieser Apparat, welcher mit Vortheil die Zange mit den Turmalinen ersetzt, dient hauptsächlich um die Abweichung der Aren zu bestimmen. Zu diesem Zweck legt man die Platte, womit der Versuch angestellt werden soll, auf die Träger e, und dreht sie in ihrer Ebene so, daß die zwei Mittelpunkte der Ringe mit dem vertikalen Faden zusammenfallen, alsdann dreht man die Scheibe g, um nach und nach jeden Mittelpunkt auf den Durchkreuzungspunkt der Faden fallen zu lassen; der Bogen, welchen dann die Zange beschrieben hat, gibt den Winkel der neutralen Linien zwischen ihnen.

Man wird so folgende Winkel erkennen, welche die Substanzen, auf die sie sich beziehen, genau unterscheiden:

Stronzianit	6° 56'	Cölestin	50°
Talk	7° 24'	Comptonit	56° 6'
Bleiwitz	17° 30'	Gyps	60° 6'
Arragonit	18° 18'	Brookerit	62° 50'
Apophyllit	25° 8'	Kalisulfolspath	63°
Barytine	37° 42'	Cyanit	81° 48'
Stilbit	41° 42'	Epidot	84° 19'
Karstenit	44° 41'	Peridot	87° 56'

Man wird durch dieses Mittel finden, daß die Substanzen, welche man Topase nennt, in ihren verschiedenen Varietäten ziemlich große Unterschiede, wie von 43° bis 65°, zeigen, was verschiedene Species anzuzeigen scheint. Die Körper, welche man gewöhnlich Glimmer nennt, bieten noch viel größere Unterschiede dar, denn man wird gegen zwanzig verschiedene Winkel zwischen 6° und 76° beobachten, was darauf führt, darin eben so viele Species zu erkennen.

Durchmesser der Ringe. — Die Durchmesser der farbigen Ringe, sowohl der kreisförmigen als elliptischen, variiren von einer zur andern Substanz, wenn die Platten, welche sie erzeugen, von derselben Dicke sind; wenn man folglich alle Substanzen in gleich dicke Platten schneiden würde, könnte man sie durch die Durchmesser unterscheiden. Es ist klar, daß man unmittelbar mit dem Auge diejenigen erkennen würde, welche die größten Unterschiede darbieten; aber für viele andere wird es noch nothwendig sein, Maße zu nehmen, welche die Vergleichung gestatten können.

Der Apparat von Soleil * kann auch hiezu benützt werden; man bringt an den horizontalen Faden den Rand des einen bestimmten Ringes, hierauf den andern, und man erhält die Distanz des einen zum andern in Graden auf dem eingetheilten Limbus.

§. 70. **Anziehende und abstoßende Krystalle.** — Es gibt Krystalle mit einer Are, bei welchen der ordentliche Index der Brechung größer als der außerordentliche ist, und andere, wo gerade das Gegentheil stattfindet, d. h. bei den einen ist der gewöhnliche Strahl derjenige, welcher sich am meisten von der Are entfernt, wie wenn er durch die Are abgestoßen würde, und bei den andern nähert er sich derselben mehr, wie wenn er angezogen würde. Die erstern nennt man abstoßende oder negative Krystalle, die andern anziehende oder positive. Die Beobachtung dieses Umstandes bietet auch ein Mittel zur Unterscheidung dar, so daß man auch diesen Eigenschaften zwei Substanzen nicht verwechseln würde, welche im Uebrigen viele äußere Aehnlichkeit mit einander haben, z. B.:

Negative Krystalle.		Positive Krystalle.
Apatit.		
Kalk.		
Zinnober	mit	Silberblende.
Korund	mit	Quarz.
Smaragd	mit	Diopsas.
Nephelin	mit	Apophyllit.
Pyromorphit.		
Turmalin.		
Anatas	mit	Cassiterit (Zinnstein).
Idocras	mit	Zirkon.
Wernerit	mit	
Honigstein.		
Melinose.		

Mittel der Beobachtung. — Um zu erkennen, ob eine Substanz eine anziehende oder abstoßende Are besitzt, genügt es, nachdem man ein Plättchen derselben in den Apparat gebracht hat, um die Ringe zu beobachten, auf dasselbe eine ähnliche Platte von einem Körper zu bringen, dessen Verhalten bekannt ist (z. B. isländischer Spath, der abstoßend ist), und zu beobachten, ob sich die Ringe nähern oder sich entfernen. Wenn sie sich entfernen, so verhalten sich die Substanzen entgegengesetzt, denn es ist dasselbe, wie wenn man die Dicke der Platte verminderte: also ist die Substanz anziehend. Wenn sie sich nähern, erhöht sich die Erscheinung, da sich die Sache so darstellt, wie wenn man die Dicke der Platte vermehrte; folglich ist das Verhalten von derselben Art: also der Körper abstoßend. **

Polarisationswinkel.

§. 71. Das Licht wird durch Reflexion auf der Oberfläche der Körper polarisirt; aber der Winkel, unter welchem das Maximum der Erscheinung stattfindet, ist in den verschiedenen Substanzen verschieden; dies bietet wenigstens für die Extreme noch Mittel zu Unterscheidungen dar. Man wird daher folgende Substanzen nach dem Polarisationswinkel nicht verwechseln.

	Polarisationswinkel.
Glas	54° 35′ *
Flußspath (Fluorine)	55° 9′
Gyps	56° 45′
Quarz	56° 58′
Brucit (Talkhydrat)	57° 25′
Schwerspath (Barytine)	59° 28′
Topas	59° 31′
Isländischer Spath	59° 51′
Spinell	60° 25′
Zirkon	63° 0′
Schwefel	63° 45′
Diamant	68° 1′
Rothbleierz (Crocoise)	68° 3′

Brewster hat folgendes allgemeines Gesetz gefunden, daß nämlich die Tangente des Polarisationswinkels gleich dem Index der Brechung ist, woraus hervorgeht, daß man den einen mittelst des andern finden kann.

Um den Polarisationswinkel zu bestimmen, kann man sich aller Instrumente bedienen, welche tauglich sind, die Neigung eines reflektirten Strahls zu messen. Der Goniometer von Babinet kann hiezu mit Leichtigkeit gebraucht werden, indem man im Ocular so einen Turmalin anbringt, daß seine Are rechtwinklig auf die Ebene des Kreises steht. Es genügt alsdann, wenn die Alidade auf 0° steht, den Träger, auf welchem der Körper befestigt ist, zugleich mit der beweglichen Linse zu bewegen, bis das Bild der festen Linse, das durch den Körper reflektirt wird, durch den Turmalin zerstört, oder auf ein Minimum der Intensität zurückgeführt ist. Man erhält somit die Neigung des polarisirten Strahls gegen die reflektirende Ebene, wovon man das Complement nehmen muß, um die Art und Weise der Bezeichnung zu erhalten, welche wir angenommen haben.

Farbenspiel oder Polychroismus.

§. 72. Die Körper mit doppelter Strahlenbrechung bieten uns jene andere Eigenschaft dar, daß wenn man sie zwischen das Auge und das Licht bringt, sie die eine oder andere Farbe darstellen, je nach der Richtung, in welcher die Lichtstrahlen durch sie hindurchgehen. Parallel mit den Aren wird kein Lichtstheil polarisirt, und man beobachtet eine besondere Färbung. In jeder andern Stellung ist das austretende Licht ein Gemisch von polarisirtem und gewöhnlichem Lichte; die Farbe ist alsdann verschieden und variirt mit den bezüglichen Quantitäten dieser Mischung.

Wenn man das durch die Substanzen hindurchgegangene Licht mittelst eines Stückchens Turmalin, das so gedreht wird, daß das polarisirte Licht zurückgeworfen werden kann, analysirt, so sieht man in allen Richtungen die gleiche Farbe.

Nicht immer sind die Farben deutlich unterschieden; im Fall sie es aber sind, so findet man darin ein Mittel, die Richtung der Aren zu bestimmen; zu diesem Zwecke braucht man bloß die Richtung zu suchen, wo man bei einfacher Betrachtung die Farbe beobachtet, welche derjenigen ähnlich ist, die man mit Hülfe des analysirenden Turmalins findet.

Glanz.

§. 73. Wenn das Licht auf der Oberfläche eines

* Man wird bei diesem Optiker eine Reihe von Substanzen so geschnitten finden, daß sie die verschiedenen Erscheinungen, deren wir Erwähnung gethan haben, zeigen, so zwar, daß dieser Apparat geeignet ist, sie auf Ebenen zu projiciren, wodurch sie eine große Anzahl Personen zugleich sehen können.

* * Durch diese Notizifikationen der verschiedenen optischen Eigenschaften, von welchen wir so eben gesprochen haben, beobachtet man die Veränderungen der Krystallisysteme, welche in einem Körper durch verschiedene Mittel hervorgerufen werden können (s. §. 45 und 47).

* Diese Winkel sind diejenigen, welche der reflektirte polarisirte Strahl mit der Normalen bildet. Biot und Arago haben den Winkel, welchen der polarisirte Strahl mit der Ebene macht, angegeben.

Körpers zurückgeworfen wird, so ergeben sich daraus zwei Wirkungen, wovon die eine das Bild der Gegenstände, d. h. die eigene Reflexion, auf das Auge überträgt, während durch die andere das Auge ungeachtet der Farben einen besondern Eindruck von Seiten des Körpers erhält. Diesen Eindruck nennt man den Glanz des Körpers, womit wir eine Menge Gegenstände von einander unterscheiden: z. B. eine polirte Stahlplatte von einer Glasplatte, ein Stück Wachs von einem Stück Harz rc. Auch mußte man sich derselben wegen der Vergleichung der verschiedenen Mineralien bedienen, und man unterscheidet alsdann hauptsächlich den Metallglanz, den Glasglanz, den Harzglanz, den Fettglanz, den Perlmutterglanz und den Seidenglanz, welch letzterer nur ein von der faserigen Struktur begleiteter Perlmutterglanz ist. In jedem dieser Glanzarten läßt man noch verschiedene Varietäten zu, welche man mit gewissen Beinamen, wie z. B. halbmetallischer Glanz, Halbglasglanz rc. bezeichnet; auch sagt man metallähnlicher Glanz, um damit das metallische Aussehen gewisser Steine zu bezeichnen.

Der Glanz ist öfters ziemlich veränderlich in einem und demselben Körper, so daß er unmöglich zur genauen Unterscheidung einer Substanz von allen übrigen dienen kann. Doch variirt er niemals vom Metallglanz zum Glasglanz und kann daher in dieser Beziehung von einigem Nutzen sein.

Asterismus (Schillern), Nebenkreise, Kronen.

§. 74. Asterismus (Schillern). — Schon seit langer Zeit kannte man eine besondere Erscheinung des Saphirs, der durch Reflexion vor einem starken Lichte einen glänzenden Stern mit sechs Strahlen zeigte. Später hat man die Bemerkung gemacht, daß das gleiche Phänomen durch Refraktion stattfindet, wenn man das Licht einer Wachskerze durch den Stein betrachtet. Man machte hierauf die Entdeckung, daß auch noch mehrere andere Substanzen Sterne, aber mit mehr oder weniger zahlreichen Strahlen, gaben. Diese Erscheinungen hat Babinet an die der sogenannten Netze geknüpft, wovon wir die analogen Thatsachen hier folgen lassen.

Wenn man eine Reihe parallel ausgespannter und ziemlich nahe an einander liegender Fäden, oder auch auf ein Glas gezogene parallele Striche hat (Fig. 366), und man das Licht einer Wachskerze durch diese hindurch betrachtet, so sieht man auf beiden Seiten der Flamme einen senkrecht zur Richtung der Striche * liegenden hellen Streifen. Hat man Fäden oder Striche, die sich unter einem rechten Winkel durchkreuzen, so gewahrt man zwei auf dieselbe Weise sich durchkreuzende helle Streifen und daher einen Stern mit vier rechtwinkligen Strahlen; man kann dies sehen, sobald man das Licht durch ein feines Gewebe betrachtet. Mit drei Reihen Fäden oder Strichen (Fig. 367) hat man drei Streifen und daher auch einen Stern mit sechs Strahlen rc. Im Allgemeinen hat man eben so viele Lichtstreifen als Richtungen von Strichen und sind die Winkel der Streifen genau die der Striche selbst. Diese Erscheinungen sind alle das Resultat der Zurückwerfung des Lichtes an der Oberfläche der Fäden oder Striche.

366.

367.

Aehnliche Strukturen in den Mineralien haben auch ähnliche Wirkungen zur Folge. Wenn man z. B. Substanzen findet, die durch Reflexion schillern können, so bemerkt man, daß sie mehr oder weniger feinfaserig sind und daß sich senkrecht zu diesen Fasern die Linien des reflektirten Lichtes, die sie darstellen, zeigt. Der Fasergyps und der faserige kohlensaure Kalk, der Faserkiesel, der Schillerquarz (Katzenauge) rc. zeigen diese Erscheinungen sehr deutlich.

Untersucht man unter dem Mikroskope die sternbildenden Körper, so entdeckt man an ihnen gewöhnlich auch entsprechende Strukturen. So zeigt z. B. ein senkrecht zur Are geschnittenes Plättchen eines sechsseitigen Saphirprismas oder eines pyramidalen Dodecaeders Streifen, die unter sich gleichseitige Dreiecke bilden; sie müssen also auch Sterne mit sechs Strahlen geben; ebenso verhält sich auch ein Smaragdprisma u. s. w. Ein quadratisches Zodkasprisma stellt auf seinen Grundflächen unter dem Mikroskope rechtwinklige Linien dar und gibt demnach Sterne mit vier rechtwinkeligen Strahlen. Ein Prisma von schwefelsaurem Baryt zeigt zwei Systeme von Linien, welche sich schief durchkreuzen und bildet einen Stern mit Strahlen, die sich auf gleiche Weise durchkreuzen u. s. w.

Die Art des Asterismus einer Substanz kann uns also Aufschlüsse über ihre innere Struktur geben, die für uns auf jede andere Weise verloren sind. So kann man z. B. daraus schließen, daß die sechsseitigen Dreieckprismen die Zodkasprismen aus seitigen Smaragd- und Saphirprismen aus gleichquadratischen Prismen, die Prismen von schwefelsaurem Baryt aus rhombischen Prismen gebildet sind u. s. w. Ein Beweis, daß sich die Sache wirklich auch so verhält, ist dies, daß ein in diesen Körpern parallel mit der Are abgeschnittenes Plättchen nur eine einzige, höchstens zwei Lichtlinien erzeugt, wovon die eine den Spaltungsrichtungen der Grundstäche entspricht.

Die Vervielfältigung der Beobachtungen wird uns ohne Zweifel einst wichtige Resultate liefern, und man wird wahrscheinlich sehen, warum gewisse Substanzen, z. B. der Quarz, trotz ihrer Analogie mit andern Körpern keine Sterne bilden; man wird die Form und Anordnung der Molekülе bestimmen, welche dem in Trapezoeder krystallisirenden Granate zukommen, um Sterne mit sechs Strahlen zu bilden, die eine Neigung von 60° unter sich haben, wenn man ihn an gewissen Winkeln schleift und Sterne mit vier Strahlen, die gegen einander um einen Winkel geneigt sind, der zwischen 60° und 120° liegt. Ferner warum sich dies nicht auch bei andern Substanzen des regulären Systems u. s. w. findet; endlich warum die verschiedenen Formen einer und derselben Substanz verschiedene Anordnungen darbieten, und welches die Beziehungen sind, die sie unter einander haben.

§. 75. Nebenkreis. — Es erzeugen sämmtliche sternbildende Substanzen auch noch ein anderes Phänomen, das von den Systemen mit der Are paralleler durch die Kanten der diese Substanzen zusammensetzenden, prismatischen Molekülе bewirkter Striche abhängt, an welchen das Licht zurückgeworfen wird, wenn es durch den Stein hindurchgeht. Diese Erscheinung besteht in einem durch die Flamme, die als Visierpunkt dient, hindurchgehender Lichtkreis. Sie findet nicht allein bei den krystallisirten Substanzen, sondern auch noch bei allen unregelmäßig faserigen Stoffen mit parallelen senkrecht zu ihrer Richtung geschliffenen Fasern Statt.

§. 76. Lichtkronen. — Wenn die Substanzen gleichförmig aus regelmäßigen, parallelen Fasern zusammengesetzt sind und man senkrecht zu der Richtung dieser Fasern Plättchen abschneidet, so sieht man durch diese letztern hindurch eine kreisrunde Krone um das Licht herum, das man zum Visierpunkt wählt. Die Kronen sind mehr oder weniger groß, je nach der Größe der Fasern, die man durch die Messung des Durchmessers der Kreise genau berechnen kann.

* Das gleiche Phänomen erzeugt man mit einer Glasplatte, über welche man mit einem etwas feucht gemachten Finger hinweggefahren ist.

Farben.

§. 77. Wesentliche oder eigenthümliche Farben. — Die Farben der Mineralien müssen als wesentliche und als zufällige Farben unterschieden werden. Die ersteren rühren von der Natur der Körper selbst her und sind für deren Unterscheidung wichtig. Sie finden sich bei den Metallen, dem Schwefel, den Schwefelmetallen, den Oxyden und bei einigen ihrer Zusammensetzungen. Diese Farben sind stets in der ganzen Ausdehnung der Körpermasse gleichförmig; sie ändern sich manchmal je nach deren größern oder geringern Dichtigkeit ab und erscheinen endlich ganz schwarz, was besonders bei den Oxyden der Fall ist; jedoch ist die Farbe ihres Staubes immer die gleiche, wie auch die der Masse sein mag, und dieß ist auch der Grund, warum man sie bei der Aufzählung der Charaktere besonders angibt. Es ist nicht ohne Nutzen, wenn man sich merkt, daß die Eigenfarben in Folge einer besonderen Anordnung der Molekule sich verändern können. So zeigt z. B. der bei 109° geschmolzene und hierauf erkaltete Schwefel die gelbe Farbe, die ihm eigen ist; während er bis zum Siedpunkt (400°) erhitzt und sodann schnell erkaltet eine braunrothe Farbe annimmt und zugleich weich wird. Der langsam erkaltete Phosphor zeigt eine gelbliche Farbe, wird aber schwarz, wenn man ihn schnell erkaltet.

§. 78. Zufällige Farben. — Eine große Anzahl erdiger, steiniger und glasiger Körper haben von Natur aus eine weiße Farbe; finden sich aber häufig auch mit Substanzen gemischt, die verschiedene, theils wesentliche, theils zufällige Farben besitzen, wodurch ihre Masse entweder ganz oder nur theilweise gefärbt wird. Eine Folge davon ist die, daß diese Körper eine Menge verschiedener Farben darstellen können, je nach den Umständen, unter welchen sie sich bildeten: so ist der Bergkrystall bald farblos, bald ins Gelbe, Grüne, Braune, Schwarze, Violette u. s. w. gefärbt, findet sich der Smaragd, den man sich immer als einen grünen Stein denkt, auch farblos oder blau, gelb u. s. w.

Man sieht häufig die Substanzen, welche sich miteinander krystallisirten, sich in einigen Theilen durchdringen und sieht auch gefärbte in der Masse der übrigen zerstreut liegend, was diesen eine besondere Färbung gibt. Diese Arten von Farbenmischungen trüben nicht selten die Durchsichtigkeit der Körper, die dadurch sogar oft ganz undurchsichtig werden. Oft bleiben aber aber auch die Körper dessen ungeachtet mehr oder weniger durchsichtig, was entweder anzeigt, daß die fremdartige Substanz aus äußerst feinen Theilchen besteht, oder daß sie sich in einer Art chemischer Zusammensetzung befindet. Die Wirkungen des Farbenspieles weisen auf besondere Anordnungen der färbenden Stoffe in den Körpern hin, zu deren Bestimmung sie uns vielleicht einst führen werden.

Diese färbende Substanzen sind zuweilen verflüchtigende Principien, welche das Feuer leicht zerstören kann, wie es bei den meisten schwarzen Quarzen der Fall ist; manchmal sind sie organische Principien, wie z. B. im Karneol, welcher seine rothe Farbe größtentheils organischen Kügelchen verdankt, die man zuweilen darin verbreitet findet.

Die zufälligen Farben sind nicht immer gleichförmig wie die wesentlichen Farben; denn einerseits variiren sie hinsichtlich ihrer Dichtheit und Nüancen, anderseits mischen sie sich auch häufig, so daß die gleiche Masse, der gleiche Krystall, sich in seinen verschiedenen Theilen verschieden färbt. Man bezeichnet oft die Zeichnungen, welche diese verschiedenen Farben unter sich bilden, durch die Beiwörter bandförmig, ringförmig, gefleckt, punktirt, geadert, schattirt, baumförmig (dendritisch), geflammt, ruinenförmig ꝛc. Mehrere dieser Zeichnungen scheinen von Umständen herzurühren, welche die Bildung der Körper begleiteten, und lassen sich wie die Adern der Seife durch einen größern oder geringern Grad von Flüssigkeit und Klebrigkeit der Stoffe erklären, die sie in dem Momente besitzen, welcher dem Festwerden vorausgeht. Andere sind die Resultate der Zerlegung, die von innen nach außen und umgekehrt stattfinden. Die gesammten und ruinenförmigen Zeichnungen beziehen sich auf Risse, die nach allen Richtungen verlaufen und in welche Flüssigkeiten oder Dämpfe eingedrungen sind, die mehr oder weniger tief gehende Zerlegungen veranlaßten. Auch bemerkt man, daß der sogenannte ruinenförmige Marmor von Florenz nur eine Varietät von Kalksteinen ist, die man in der Nähe gewisser Spalten bricht, durch welche sie mit verschiedenen Substanzen, welche die Fumarolen bilden, angefüllte Dämpfe entweichen.

Oberflächliche Farben. — Es gibt zufällige Farben, die nur oberflächlich sind; sie rühren oft nur von dünnen Häutchen aus fremden Substanzen her, was besonders bei gewissen Eisenerzen der Fall ist, die entweder auf der Oberfläche ihrer Krystalle (Eisenglanz von der Insel Elba), oder auf den Stalaktiten mehr oder weniger mannigfaltige Regenbogenfarben darstellen, die durch Waschen manchmal ganz entfernt werden. Unter andern Umständen hängen diese Regenbogenfarben von einer Veränderung der Oberfläche her, wie es häufig bei dem Kupferkies geschieht.

Innere Irisiren. — Es finden sich auch Regenbogenfarben im Innern der Körper, wovon die einen von mehr oder weniger ausgedehnten Rissen, die andern von ganz unbekannten Umständen herrühren. Unter diesen letztern finden sich einerseits die schönen Regenbogenfarben, welche den Opal so geschätzt machen; anderseits die lebhaften und je nach der größern oder geringern Neigung des Körpers gegen das Licht veränderlichen Farben, durch die der Labrador so gesucht ist.

Phosphorescenz.

§. 79. Erklärung. — Wenn die Phosphorescenz, wie verschiedene Versuche anzuzeigen scheinen, sich auf die Elektricität bezieht, so zeigen sie uns auch Lichtspiele als eine Wirkung derselben, und kann alsdann nach den optischen Erscheinungen angegeben werden.

Diese Eigenschaft spricht sich durch ein mehr oder weniger lebhaftes und verschieden gefärbtes Leuchten aus, das man im Dunkeln wahrnimmt und auf verschiedene Arten in den Mineralien hervorrufen kann, nämlich durch Reiben, Stoß oder Druck, durch Temperaturerhöhung und durch Aussetzen an die Sonne.

Phosphorescenz durch Reibung. — Es gibt Körper, an welchen schon die leichteste Reibung ein mehr oder weniger lebhaftes Leuchten hervorruft, z. B. gewisse Varietäten von der Zinkblende. Dagegen bedürfen andere einer ziemlich starken Reibung, z. B. der Bergkrystall, die meisten glasigen Substanzen, gewisse Marmorarten ꝛc., bei denen man oft zwei Stücke sehr stark aneinander reiben muß. In diesen verschiedenen Fällen erhält man immer in der Dunkelheit ein weißliches Licht. Aehnliche Wirkungen erzeugt der Stoß, besonders in den spaltbaren Stoffen; jeder Riß, den man darin hervorbringt, zeigt einige Augenblicke lang ein mehr oder weniger lebhaftes Licht, und wenn man sie in einem Mörser zerstößt, so scheint die Masse ganz in Feuer zu sein. Besonders merkwürdig ist in dieser Beziehung der durchsichtige Feldspath.

Phosphorescenz durch Wärme. — Die meisten Mineralsubstanzen erzeugen durch Temperaturerhöhung ein mehr oder weniger lebhaftes Leuchten. Es finden sich unter ihnen solche, welche dazu eine ziem-

lich hohe Temperatur erfordern und die man daher in Schmelztiegeln sehr stark erhitzen muß; andere verlangen bloß eine dunkelrothe Glühhitze und sogar oft noch einen weit geringern Hitzegrad. Unter diesen letzteren ist der Flußspath am merkwürdigsten. Es gibt auch Varietäten, aber freilich selten, die nur die mittlere Temperatur unseres Klima's nöthig haben, um immer im Dunkeln leuchten zu können; wiederum bedürfen andere bloß der Wärme der Hand. Auch solche finden sich, welche die Temperatur des kochenden Wassers erfordern; die meisten aber bedürfen der Dunkelrothglühhitze; die ersteren zeigen nur einen grünlichen Schein, die andern weit verschiedenartigere Farben.

Es ist zu bemerken, daß wenn die Bruchstücke dieser Substanzen der Rothglühhitze unterworfen werden, sie ihre natürlichen Farben und zugleich auch die Eigenschaft verlieren, bei niedrigern Temperaturen zu phosphoresciren. Sind diese Körper in einer gewissen Temperatur weiß geworden, so geben sie bei höheren Temperaturen nur noch einen weißen Schein von sich.

Die Phosphorescenz durch Wärme scheint in keiner Verbindung mit der Phosphorescenz durch Reibung zu stehen; die letztere bleibt immer, wenn auch die andere verloren gegangen ist. Einen großen Einfluß auf die Erzeugung dieser Phänomene hat die Beschaffenheit oder der Zustand der Oberflächen. Ein durchsichtiger Flußspathkrystall, welcher nicht phosphorescirt, thut es, sobald man eine seiner Flächen auf einem Sandstein schleift und ihn alsdann einige Sekunden lang auf eine heiße Platte legt. Im Allgemeinen besitzen die Krystalle, deren natürliche Flächen lebhaft und glänzend sind, keine Phosphorescenz, erhalten sie aber, wenn die Oberflächen matt gerieben werden und man sie in Stücke zerbricht. Merkwürdig ist es auch, daß sie oft phosphoresciren werden, wenn man sie auf die heiße Platte mit ihren sekundären Flächen legt, während sie es nicht sind, im Fall man sie auf die primitiven Flächen legt. Der Diamant erhält Phosphorescenz, wenn er geschliffen ist, und hat keine, so lange er noch ein natürlicher Krystall ist.

Verschiedene physikalische Eigenschaften.

Elasticität.

§. 80. **Erklärung.** Viele Mineralien sind elastisch, d. h. ihre Moleküle besitzen die Eigenschaft, sich momentan zu verrücken und bald wieder in ihre ursprüngliche Lage zurückzukehren. Diese Eigenschaft ist das Gegentheil von der Dehnbarkeit, wo die Moleküle, sobald sie einmal aus ihrer ursprünglichen Lage gekommen sind, in ihrer neuen verbleiben: diese Eigenschaft bemerkt man besonders bei den Metallen, die man deßhalb sogar schmieden, zu dünnen Blättern schlagen oder zu feinem Draht ziehen kann.

Die Elasticität äußert sich besonders in den Stäben oder Platten gewisser Körper, die mehr oder weniger gebogen werden können und dann wieder in ihren natürlichen Zustand zurückkehren. Diese Eigenschaft unterscheidet sie von vielen andern, die einfach biegsam sind und die Krümmung, die man ihnen künstlich gab, beibehalten.

Die der Steifigkeit entgegengesetzte Biegsamkeit, sie mag nun von der Elasticität begleitet sein oder nicht, läßt sich besonders bei solchen Stoffen bemerken, die sich natürlich in Blätter theilen oder sich in sehr feinen Fäden vorfinden; in einem sehr hohen Grade spricht sie sich bei den Substanzen aus, die man Asbest oder Amiant nennt und die nur Vereinigungen von feinen und wenig zusammenhängenden Fäden sind, welche man in verschiedenen Substanzen bemerkt, (§. 64.) Es gibt darunter Varietäten, die so geschmeidig als Seidenzeug sind.

§. 81. **Elasticitätsaxen.** Was in Beziehung auf Elasticität bei den krystallisirten Körpern besonders merkwürdig ist, ist dieß, daß diese Eigenschaft nicht in allen Richtungen gleich ist und daß es hier Maximum- und Minimum-Linien gibt, die man Elasticitätsaxen nennt. Dies spricht sich durch die Veränderungen der Temperatur aus; denn Mitscherlich bemerkte schon vor langer Zeit, daß die gegenseitigen Neigungen der Flächen eines Krystalls, der nicht dem regulären System angehört, alsdann merkliche Unterschiede darbieten, was nur von der Ungleichheit der Ausdehnung in verschiedenen Richtungen herrühren kann. Man nimmt dieselbe, und zwar auf eine sehr frappante Weise, durch die Art der Vibration der in verschiedenen Richtungen von einem Krystall abgeschnittenen Plättchen wahr, wie es Savart's Versuche beweisen.

Ein senkrecht zur Axe geschnittenes Scheibchen eines Rhomboeders gibt zwei Arten von Knotenlinien, jede aus zwei geraden rechtwinkeligen Linien zusammengesetzt (Fig. 368.), die deutlich den gleichen Ton erzeugen.

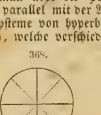
Eine parallel mit den Flächen abgeschnittene Scheibe bringt ebenfalls zwei Systeme von Knotenlinien hervor — das eine System ist rectangulär und das andere hyperbolisch (Fig. 369). Das rectanguläre gibt dann den tiefern Ton.

Wenn man ein Plättchen auf einer Seitenecke parallel mit den Flächen eines Rhomboeders, der dem vorigen entgegen ist (§. 24, 4), abschneidet, so erhält man gleichfalls zwei Knotensysteme, wovon das eine rectangulär, das andere hyperbolisch ist; aber einerseits treten die Gipfeln der Hyperbel weiter aus einander als die vorigen (Fig. 370), und anderseits gibt das rectanguläre System den höhern Ton.

Ist die an der Ecke abgeschnittene Platte mit der Axe parallel, so ergeben sich in den Knotenlinien immer noch ein rectanguläres und ein hyperbolisches System; aber das erstere gibt den höheren Ton.

Wenn man aber die Plättchen auf den Seitenkanten und parallel mit der Axe abschneidet, so bieten sie zwei Systeme von hyperbolischen Knotenlinien dar (Fig. 371), welche verschiedene Töne geben.

368. 369.



370. 371.

Anwendung. — Diese Versuche haben schon einigen Nutzen für die Krystallographie. Wenn ein rhomboedrischer Körper sich nicht spalten läßt, so kann man unmöglich die beiden Rhomboeder, welche einander entgegen, von einander unterscheiden, die er darstellen kann, weil sie alle beide gleiche Winkel haben; eben so wenig kann man ihre beiden Arten sechsseitiger Prismen von einander unterscheiden. Es wird nun stets etwas Leichtes sein, diese Körper zu erkennen, wenn man Plättchen parallel mit ihren Flächen abschneidet und sie vibriren läßt; denn bei dem geraden Rhomboeder gibt das rectanguläre Knotensystem den tieferen Ton, bei dem schiefen Rhomboeder den höheren. Das an den Ecken gebildete Prisma gibt ein rectanguläres und ein hyperbolisches System, dagegen bildet das andere zwei hyperbolische Systeme.

Härte.

§. 82. **Erklärung.** Das Beiwort hart wendet man im technischen Leben auf sehr verschiedene Weisen an. Man sagt, ein Körper sei hart, daß er, weil er dem Stoße widersteht, bald als Gegensatz von weich oder biegsam, und weil man ihn mit einem schneidenden Instrumente nicht sonst angreifen kann. Zu der Mineralogie versteht man unter Härte den größeren oder geringeren Widerstand, den ein Körper leistet, wenn man ihn durch einen andern Körper schneiden, ritzen oder schleifen will. In dieser Beziehung ist der Diamant der härteste Körper, weil er alle andern Körper ritzt oder abnützt, ohne durch irgend einen geritzt oder abgenützt zu werden; daher muß man seinen eigenen Staub anwenden, um ihn zu schleifen oder zu poliren; doch dürfte man deßhalb nicht glauben, daß er auch dem Schlag widerstände; er ist im Gegentheil äußerst zerbrechlich.

Beziehung zu der Anordnung der Elementartheilchen. — Die Härte steht zu der Form und Anordnung der die Körper zusammensetzenden Elementartheilchen in vielen Beziehungen. Zu einem und demselben Krystall ist sie nicht genau dieselbe in allen Richtungen; denn gewisse Flächen lassen sich leichter als die andern ritzen, so wie auch gewisse Ecken die Eigenschaft, diesen oder jenen Körper zu ritzen, in einem höheren Grade als die andern besitzen. Die krystallisirten Varietäten eines Körpers sind nicht mit denen vergleichbar, die gleichsam durch eine unordentliche, verworrene Zusammenhäufung entstehen. Auch ist die Härte nicht mehr im Fall eines Dimorphismus vergleichbar; so ritzt z. B. der Arragonit bedeutend den gewöhnlichen kohlensauren Kalk, während er von diesem nicht geritzt wird, und so ritzt auch der gehärtete Stahl den ausgeglühten und bietet allen Körpern, mit welchen man ihn abzunützen sucht, einen weit beträchtlicheren Widerstand entgegen.

Anwendung. — Man bedient sich der Härte, um verschiedene Körper von einander zu unterscheiden: auf diese Weise wird man immer den Diamant, welcher alle Körper ritzt, den Rubin und den Saphir, welche sie gleichfalls ritzen und nur durch den ersten geritzt werden, unterscheiden; und ebenso die Edelsteine von allen gefärbten Glasmassen, durch die man sie nachzumachen sucht, denn alle diese edlen Steine ritzen das Glas, während sie von diesem nicht geritzt werden: der krystallisirte, kohlensaure Kalk wird nicht mit dem Gyps verwechselt werden, den man selbst mit dem Nagel leicht ritzen kann. Doch ist die Unterscheidung für einige Extreme bloß scheinbar, und noch kennt man kein Mittel, um sie bei sehr verwandten, benachbarten Körpern zu schätzen. Man hat nun zur Vergleichung zehn Substanzen gewählt, die stufenweise härter werden, nämlich: 1) den Talk, 2) den Gyps, 3) den Kalk, 4) den Flußspath, 5) den Apatit, 6) den Feldspath, 7) den Quarz, 8) den Topas, 9) den Korund (Rubin und Saphir), 10) den Diamant. Man gibt alsdann die Härte eines Körpers durch zwischenliegende Zahlen an: so wird z. B. die Härte des Smaragds durch 7,8 ausgedrückt, was anzeigt, daß sie zwischen dem Quarz und dem Topas liegt.

§. 83. **Schlagen mit dem Feuerstahl.** — Zuweilen gibt man auch die Eigenschaft gewisser Körper, am Stahl Feuer zu geben, als ein unterscheidendes Merkmal an. Dies ist eine aus der Härte und Zähigkeit zusammengesetzte Wirkung: aus der Härte, weil die Substanz den Stahl muß angreifen können, wovon das schnell in die Luft geschleuderte Theilchen sich entzündet und den Funken erzeugt; — von der Zähigkeit, weil der Stein dem Schlag muß hinlänglich widerstehen können. Der Diamant gibt keine Funken, weil er, obgleich härter als alle andern Körper, allzu spröde ist; nicht so viele Funken als der Feuerstein gibt der Bergkrystall, weil er, obgleich eben so hart, nicht so zähe ist.

Specifisches Gewicht.

§. 84. **Erklärung; Anwendung.** — Bei einem bestimmten Volumen hat jeder Körper sein eigenes Gewicht, oder mit andern Worten: sein specifisches Gewicht. So wiegt z. B. eine Bleikugel mehr als eine gleichgroße Marmorkugel, und diese mehr als eine gleichgroße Elfenbeinkugel ꝛc., ein Stück Gold mehr als ein Stück Silber von einem gleichen Volumen; und so ist es mit allen Körpern, weßwegen man sie von einander unterscheiden kann. Es gibt Körper, die dergestalt verschieden sind, daß man bloß zwei beinahe gleichgroße Stücke zu nehmen braucht, um sie sogleich von einander unterscheiden zu können. Man würde z. B. niemals das Platin mit dem Silber, das nur die Hälfte wiegt, verwechseln, noch mit dem Zinn, dessen Gewicht gar nur ein Drittheil von dem des Platins beträgt; auch das Gold nicht mit dem Messing, den Schwerspath mit dem Kalk, den Topas mit dem Bernstein; und noch eine Menge anderer Körper könnte man anführen. Doch gibt es sehr viele Mineralkörper, die weit weniger von einander verschieden sind und die man alsdann nur durch genaue Wägungen unterscheiden kann.

Mittel zur Bestimmung des specifischen Gewichtes. — Man ist übereingekommen, sämmtliche specifische Gewichte durch Vergleichung mit einem bestimmten Körper zu bestimmen, wozu man das Wasser wählte, einerseits weil es eine Flüssigkeit ist und weil man alsdann nach dem archimedischen Princip das Gewicht eines Volumens leicht finden kann, das genau dem eines andern Körpers gleich ist; anderseits, weil sich diese Flüssigkeit überall findet. Auch ist man übereingekommen, die Gewichtsbestimmungen bei einer Temperatur von 18° des hundertheiligen Thermometers und mit destillirtem Wasser vorzunehmen. Die in den Tabellen angegebenen Zahlen drücken demnach aus, daß die Körper, auf die sie sich beziehen, zweimal, dreimal, viermal ..... zwanzigmal ꝛc. schwerer sind, als das Wasser von gleichem Volumen, oder auch, daß sie die Hälfte, den dritten, vierten, fünften Theil ꝛc. von dem Gewichte dieser Flüssigkeit wiegen.

Um das specifische Gewicht eines Körpers zu erhalten, wäge man ihn zuerst in der Luft, um sein absolutes Gewicht zu bekommen, hierauf im Wasser, um den Verlust, den er an Gewicht darin erleidet, kennen zu lernen, welches das Gewicht eines Volumens Wassers gibt, das mit dem seinen gleich ist, und nimmt das Verhältniß der beiden Zahlen. Auf diese Weise hat man die Tabellen der specifischen Gewichte verfertigt.

Bemerkungen. — Es ist zu bemerken, daß das specifische Gewicht in dem gleichen Körper mit den verschiedenen Strukturen, die dieser haben kann, sich abändert, weil diese Strukturen immer mehr oder weniger zahlreiche und zufällige kleine leere Räume erzeugen. Im Allgemeinen geben die kleinen Krystalle die größten specifischen Gewichte, da die großen Krystalle durch Gruppirungen sich bilden, welche ebenfalls leere Räume hervorbringen. Um vergleichbare Gewichte zu erhalten, ist es das sicherste Mittel, diese Körper stets in grobes Pulver zu verwandeln, das man in warmes Wasser taucht, um die Luftbläschen, die daran hängen können, entweichen zu lassen. Durch dieses Mittel erhält man immer das gleiche specifische Gewicht, welches auch die Varietät des Körpers sein mag, an dem man den Versuch anstellt.

Für die Anwendung im Leben ist das specifische Gewicht eines Körpers mit seiner gewöhnlichen wahren Struktur nöthig, weil man desselben bedarf, um z. B. das Gewicht eines bestimmten Volumens von einem Körper zu berechnen, den man zu irgend einer

Construktion anwenden soll. Wenn in diesem Falle der Körper Wasser einzusaugen fähig ist, so muß man ihn nach der vollständigen Imbibition wägen, um das Gewicht des Wassers zu erfahren, das er in sich aufgenommen hat und dieses Gewicht zu dem beobachteten Verluste hinzufügen.

Elektricität und Magnetismus.

§. 85. Geringe Bedeutung der Elektricität. — Alle Mineralsubstanzen können entweder durch das eine oder andere bekannte Mittel elektrisch gemacht werden, und unterscheiden sich von einander im Allgemeinern sowohl hinsichtlich ihres Leitungsvermögens, als hinsichtlich der erhaltenen Elektricitätsart, oder durch die größere oder geringere Leichtigkeit, sie zu erhalten und durch die Zeit, während welcher sie dieselbe behalten.

Indessen haben diese Charaktere keinen großen Werth wegen der Schwierigkeit, die man beutzutage bei der Erklärung der zahlreichen Ausnahmen, welche sich darbieten, findet. Nicht immer erhalten die Krystallvarietäten dieselbe Elektricitätsart, wie die durch unregelmäßige Zusammenhäufungen erzeugten Mineralkörper. Es ist sogar der Fall, daß zwei Krystalle von einer gleichen Substanz verschiedene Elektricitäten annehmen und selbst ein Krystall durch die Reibung der einen Fläche eine Elektricitätsart erhält, während er durch Reiben einer andern Fläche eine entgegengesetzte Elektricität erhält, und zwar, ohne daß man mit dem Auge auch nur den geringsten Unterschied bemerken könnte.

Hinsichtlich der Leichtigkeit, elektrisch zu werden, finden bei den Mineralien große Unterschiede Statt; es gibt darunter solche (z. B. der Doppelspath und der Topas), die man so zu sagen, bloß berühren darf, während andere sich nur sehr schwer elektrisiren. Auch behalten diese nämlichen Substanzen die erhaltene elektrische Kraft mehrere Tage lang; andere, z. B. der Quarz und der Diamant, verlieren sie augenblicklich wieder. Diese Thatsachen würden ohne Zweifel von großer Wichtigkeit sein, wenn sie nicht ähnliche Ausnahmen, wie die vorigen, darböten.

Es finden sich auch solche Substanzen, welche die elektrische Kraft durch eine Temperaturerhöhung äußern; doch gibt es bei einer und derselben Art große Verschiedenheiten in Beziehung auf den Wärmegrad, wo das Phänomen sich äußert.

Man weiß bis jetzt noch nicht, woher alle diese Unterschiede rühren; es läßt sich bloß vermuthen, daß sie mit dem Zustand der Oberflächen, den man nicht gehörig zu beurtheilen weiß, oder im Allgemeinen mit dem Molekularzustand des Körpers in Verbindung stehen.

§. 86. Polar-Elektricität. Eine der merkwürdigsten Erscheinungen ist die Eigenschaft, die man bei gewissen Substanzen findet, den elektrischen Zustand durch eine gleichförmig wachsende Temperatur zu äußern, indem alsdann eine Elektricitätsart an dem einen Ende und eine von ihr verschiedene Elektricität an dem andern sich zeigt, oder, wie man sich auch sonst noch ausdrückt, elektrische Polen darbietet. Eine gleichförmig abnehmende Temperatur hat das Gleiche zur Folge, nur sind alsdann die Polen umgekehrt.

Sehr merkwürdig ist die Verbindung dieser Phänomene mit den krystallographischen Verhältnissen. Die Substanzen, welche die Polar-Electricität zeigen, (Boracit, Turmalin ꝛc.), bieten jene Eigenthümlichkeit dar, daß die beiden Polen, die in geometrischer Hinsicht identisch sind, ganz verschiedene Modifikationen darstellen (§. 44.); — ein Umstand, durch den man besondere Zusammensetzungsarten der Moleküle zulassen muß, die man vielleicht als Ursache von der elektrischen Erscheinung erkennen wird.

§. 87. Elektroskop. — Ungeachtet des geringen Werthes der meisten elektrischen Erscheinungen erinnern wir doch an die Mittel, die zu ihrer Beobachtung angewandt werden. Um zu erfahren, ob ein Körper elektrisirt ist, hat man ihn bloß vor einen im natürlichen Zustande beweglichen Körper zu bringen, der alsdann angezogen wird. Um die Art der Elektricität kennen zu lernen, muß man dem beweglichen Körper eine bekannte Elektricität geben; wenn alsdann der elektrisirte Körper eine Zurückstoßung ausübt, so besitzt er die gleiche Elektricität, wie das Instrument; wenn er eine Anziehung ausübt, so besitzt er die entgegengesetzte Elektricität.

Ein irgendwo befestigtes Haar ist sehr bequem als natürlich beweglicher Körper zu gebrauchen, und ein anderes Haar, das an dem einen Ende einer Siegellackstange befestigt ist, die durch Reiben negativ elektrisch wird, ist Alles, was man zur Entdeckung der Elektricitätsart eines Körpers nöthig hat.

§. 88. Magnetismus. — Die Wirkung auf das Magnetstäbchen (Magnetnadel) ist außerordentlich begrenzt, denn bis jetzt fand sich nur das Eisen in der Natur in solchen Zuständen, wo es einige Wirkung erzeugen könnte. In dem einen dieser Zustände wirkt es rein nur durch Anziehung und auf die gleiche Weise auf den einen und andern Pol: es ist anziehbar. In den übrigen Zuständen (als schwarzes Eisenoxyd und magnetischer Schwefelkies) wirkt der gleiche Punkt des Minerals durch Anziehung auf den einen Pol und durch Abstoßen auf den andern; d. h. das Mineral hat selbst Polen.

Wirkung auf den Fühlsinn.

§. 89. Leitungsvermögen. — Die Mineralkörper besitzen für die Wärme sehr verschiedene Leitungsvermögen, was zur Folge hat, daß, wenn sie in der Hand liegen, sie mehr oder weniger merkliche Eindrücke von Kälte erzeugen, deren man sich oft zu ihrer Unterscheidung bedienen kann. Deßwegen wird man niemals den Bergkrystall mit dem Glas verwechseln, da der erstere eine Empfindung von Kälte bewirkt, welche fortdauernd ist, während das zweite eine wenig lebhafte und weniger lange anhaltende Empfindung erregt. In dieser Beziehung zeigen der Diamant, der Saphir oder der Rubin, der Topas, die kohlensauren und schwefelsauren Kalke, der Bernstein, die Erdharze, die Kohlensubstanzen sehr auffallende Unterschiede, durch welche sie sich unfehlbar erkennen lassen. Bei einiger Uebung vermag man durch dieses Mittel, mit welchem sich noch das spezifische Gewicht verbindet, eine große Anzahl von Substanzen von einander zu unterscheiden, selbst ohne daß man sie betrachtet.

Es gibt auch Substanzen, welche ein Gefühl von Wärme erzeugen; aber dieser Eindruck ist das Resultat einer chemischen Wirkung und wird durch freie Säure hervorgebracht, die sich in verschiedenen Stoffen zerlegt und namentlich in den von den Solfataren herrührenden Substanzen finden.

§. 90. Fettigkeit, Schärfe (Rauhigkeit). Es sind Körper vorhanden, welche sich merkwürdig fett anfühlen lassen, besonders solche, die eine große Menge von Magnesia einschließen. Diese Eigenschaft ist besonders in einer gewissen Substanz sehr entwickelt, die man gerade deßwegen Speckstein oder Seifenstein nennt, und dessen Staub man zum Glätten der Stiefel anwendet. In geringeren Graden findet er sich bei vielen andern Stoffen, z. B. dem Graphit, woraus man die Bleistifte verfertigt; sodann bei verschiedenen Thonarten ꝛc., und was ziemlich wichtig ist, sie ändert sich in einer und derselben Substanz nur wenig ab, so daß man bei einiger Uebung durch dieses Mittel mehrere derselben ziemlich leicht erkennen kann.

Auch gibt es viele Körper, welche sich entweder

als Massen oder als Staub im Gegentheil rauh oder scharf anfühlen lassen, und die man daher unmöglich mit den vorigen verwechseln kann.

Zwischen den fett- und scharf anzufühlenden Körpern unterscheidet man noch die sogenannten mageren Körper. Dies sind gewöhnlich nach Wasser begierige Stoffe, welche augenblicklich die Feuchtigkeit, die sich an den Fingern findet, einsaugen und alsdann ein eigenthümliches Gefühl von Trockenheit erregen. Diese Stoffe unterscheiden sich zuweilen durch das Anhängen oder Ankleben an die Zunge, eine Art Adhäsion, indem sie sich der natürlichen Feuchtigkeit dieses Organes bemächtigen; diese Adhäsion ist manchmal von der Art, daß der zugleich wenig feste Stoff auf der Zunge einen Theil seiner Masse zurücklässt.

Geruch und Geschmack.

§. 91. Eigengerüche oder wesentliche Gerüche. — Die Gerüche sind im Mineralreich häufiger und zahlreicher als man gewöhnlich glaubt, und es gibt sehr viele Körper, die sich durch dieses Mittel erkennen lassen, welches besonders in den chemischen Versuchen für uns von großem Nutzen sein wird. Man unterscheidet Eigengerüche oder wesentliche Gerüche und zufällige Gerüche: die einen und andern äußern sich bald unmittelbar, bald durch Reiben, durch Erhöhung der Temperatur oder durch Verbrennung.

Die unmittelbaren Eigengerüche liefern uns das Naphta und das Steinöl, das Chlor, die schwefelige Säure und selbst gewisse Metalle, die sich durch dieses Mittel leicht unterscheiden lassen, wie z. B. das Zinn, das Eisen und das Kupfer. Viele andere Körper erzeugen durch die Verbrennung einen charakteristischen Geruch, z. B. der Schwefel und die Schwefelmetalle, das Selen, welches einen Rettiggeruch von sich gibt, der Arsenik, der einen sehr deutlich ausgesprochenen Knoblauchgeruch entwickelt, der Bernstein und viele andere harzige Stoffe, die bald angenehm, bald unangenehm riechen; die Erdharze oder Bitumen, die einen eigenen Geruch, den bituminösen Geruch, von sich geben.

Auch durch das Reiben entwickeln sich gewisse Gerüche, wie z. B. in einigen Bernsteinarten, im Quarz und allen kieselsauren Stoffen, welche, aneinandergerieben, immer einen eigenthümlichen Geruch erzeugen. Auch die Einblasung entwickelt auf mehreren erdigen Substanzen verschiedene Arten von Gerüchen; man wird z. B. mittelst dieses Charakters nicht die Kreide, den Trippel, die erdige Magnesia, die kölnische Erde ꝛc. mit einander verwechseln.

§. 92. Zufällige Gerüche. — Viele Substanzen zeigen Gerüche, die beigemengten fremden Körpern zugeschrieben werden müssen oder in ihren Poren zurückgehalten werden. Es gibt darunter solche, die alsbald frei werden, wenn die Substanzen aus dem Schooße der Erde hervorgezogen werden und nach einer gewissen Zeit verschwinden; am öftesten aber äußern sie sich erst durch das Reiben. Viele Kalksteine entwickeln alsdann einen stinkenden, bituminösen und thierischen Geruch, wie es z. B. bei dem sogenannten kleinen Granit, einer gewissen Marmorart, stattfindet, womit die meisten Meubles heutzutage bedeckt sind. Einige andere Substanzen riechen nach Schwefelwasserstoff und selbst nach Arseniwasserstoff. Diese Gerüche kommen oft von der Zersetzung organischer Stoffe her, welche in die Erde vergraben worden sind; es ist aber zu bemerken, daß sich ähnliche Gerüche in Substanzen, selbst krystallinischen, erzeugen, welche sich in wahrscheinlich durch das Feuer gebildeten krystallinischen Gesteinen finden und alsdann andern Ursachen zugeschrieben werden müssen.

§. 93. Geschmäcke. — Nur auflösliche Substanzen können einen Geschmack besitzen; solcher Substanzen finden sich aber nur sehr wenige in der Natur, weil sie früher oder später von dem Gewässer aufgelöst werden. Daher ist dieser Charakter, so nützlich er auch für die Unterscheidung der künstlichen Salze ist, nur von geringem Werth in der Mineralogie. Wir begnügen uns, den sauren Geschmack, den gewisse Wasser von der Schwefel- und Chlorwasserstoffsäure haben, den salzigen Geschmack, den das Kochsalz zeigt, den zusammenziehenden Geschmack der schwefelsauren Thonerde, des Eisenvitriols (schwefelsauren Eisenoxydes), des Zinkvitriols (schwefelsauren Zinkoxydes) und des Kupfervitriols (schwefelsauren Kupferoxydes), die man hin und wieder als Anflug findet, und endlich den alkalinischen Geschmack des einfach kohlensauren Natrons, hier anzuführen.

Zerstießbarkeit und Verwittern.

§. 94. Die Zerstießbarkeit ist das Vermögen, welches gewisse Körper besitzen, die Feuchtigkeit der Atmosphäre anzuziehen und sich in dem Wasser, das sich daraus ergibt, aufzulösen. Das Kochsalz ist zwar leicht zerstießbar, aber viele Salze sind es in einem weit höheren Grad, und dies ist auch ohne Zweifel der Grund, warum man sie nicht auf der Erdoberfläche findet; sie wurden alle in die verschiedenen Meere geführt, wo die meisten sich in Verbindung mit Chlor finden.

Das Verwittern ist die Eigenschaft gewisser Körper, in Staub zu zerfallen; sie rührt oft von dem Verluste einer gewissen Wassermenge und daher von einer chemischen Veränderung her. Dies ist z. B. bei dem kohlensauren, schwefelsauren und phosphorsauren Natron der Fall. Indessen gibt es auch Fälle, wo sich die Sache anders verhält, und wo der Körper in Staub zerfällt, ohne etwas von seiner Zusammensetzung zu verlieren. Man nimmt alsdann an, daß das Phänomen des Verwitterns von einer Veränderung in der geometrischen Anordnung der Molekülе herrühre, indem man sich hiebei auf das stützt, daß die der gewaltsam erzwungenen Krystallisation unterworfenen Salze ihre Form nicht lange behalten können, und daß mehrere andere, einer mehr oder weniger hohen Temperatur überlassenen Salze in ihrem Innern Risse haben, deren Richtung sich auf ein anderes Krystallsystem bezieht, und die ihre Cohäsion vermindern und in kurzer Zeit die Verwandlung in Staub gestatten.

Chemische Zusammensetzung der Mineralien.

§. 95. Natürliche einfache Körper. Einige derjenigen Körper, die man nach dem jetzigen Stand der Wissenschaft als einfach betrachtet, finden sich ziemlich häufig im freien Zustand in der Natur vor. Diese sind gegenwärtig folgende:

Antimon.	Kupfer.	Schwefel.
Arsenik.	Palladium.	Silber.
Chlor.	Platin.	Stickstoff.
Gold.	Quecksilber.	Tellur.
Kohlenstoff.	Sauerstoff.	Wismuth.

Alle andern sind immer nur als Verbindungen von zwei zu zwei, drei zu drei ꝛc. beobachtet worden; und nur auf künstlichem Wege vermochte man sie im Zustande der Reinheit zu erhalten. Diese außerordentlich mannigfaltigen Verbindungen bilden eine sehr große Anzahl von Körpern, womit der Mineralog sich zu beschäftigen hat.

Es gibt drei wesentliche Theile in den Untersuchungen zu unterscheiden, die nothwendig sind, um die

verschiedenen Zusammensetzungen, welche bei den Mineralien vorkommen können, kennen zu lernen und zu vergleichen:

1) Der chemische Versuch, welcher zur Kenntniß der Natur und Anzahl der einen Körper zusammensetzenden Elementen führt;

2) die Analyse, welche die Bestimmung der Gewichte der relativen Mengen jedes Körpers zum Gegenstande hat, und

3) die Erörterung (Auseinandersetzung) der Analysen, welche, indem sie von den bekannten allgemeinen Gesetzen ausgeht, die in der Zusammensetzung der Körper herrschen, die Ausschließung dessen zum Gegenstand hat, was Zufälliges darin vorkommen kann.

§. 96. **Elektro-positive und elektro-negative Körper.** — Erinnern wir uns der allgemeinsten Principien der Zusammensetzung der Körper. Wenn man durch die Wirkung einer Volta'schen Säule eine zuvor gemachte Verbindung wieder zerstört, so beobachtet man immer, daß einer der Bestandtheile, sei er nun einfach, oder sei er aus mehreren Elementen gebildet, sich nach dem positiven Pole begibt, und dagegen der andere zum negativen, woraus man nun schloß, daß der erstere für sich selbst die negative Elektricität besaß, vermöge welcher er vom positiven Pole angezogen und festgehalten wurde, während der andere die positive Elektricität besaß. Deßwegen nannte man die ersteren Körper elektro-negativ, und die andern Körper elektro-positiv. Die Verbindung wurde als das Resultat dieses Gegensatzes betrachtet; auch nahm man an, daß zwischen den Körpern jedesmal dann eine Verbindung stattfinde, wenn der eine elektro-negativ wäre in Beziehung auf den andern, der alsdann elektro-positiv ist, und daß dagegen keine Verbindung zwischen zwei Körpern von einem und demselben elektrischen Zustand stattfinde, und daß zwischen zwei in dieser Hinsicht nicht sehr verschiedenen Körpern die Verbindung auch nur einen geringen Bestand habe.

Unter den einfachen Körpern sind folgende die elektro-negativesten Stoffe: der Sauerstoff, das Chlor, das Brom, das Jod, das Fluor, der Arsenik, das Selen, das Antimon, das Tellur, das Quecksilber &c., worunter der erstere der am meisten elektro-negative ist. Unter den oxydirten Körpern sind diejenigen, welche die größte Menge Sauerstoff enthalten am öftesten elektro-negativ im Vergleiche mit solchen, die eine geringere Menge dieses Stoffes einschließen; die mit sauren Eigenschaften begabten Stoffe sind im Allgemeinen die stärksten elektro-negativen Körper und verbinden sich mit den meisten andern.

Nach diesem unterscheidet man immer zwei Arten von Körpern in einer Verbindung, wie zusammengesetzt sie auch sein mag: nämlich die elektro-negativen, die man öfters bei den oxydirten Körpern Säuren nennt, und die elektro-positiven, die man allgemein Basen heißt.

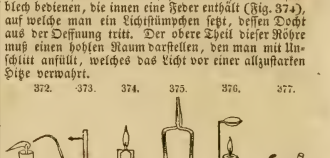
Chemische Untersuchung der Mineralien.

§. 97. **Allgemeine Bemerkungen.** — Die zur Entdeckung der Natur der Körper erforderlichen Operationen können stets an unendlich kleinen Theilen vorgenommen werden, so daß man bloß eines kleinen Löffels statt des ganzen Laboratoriums bedarf, und bloß einen Tropfen Säure anzuwenden braucht, im Fall dieses Agens nothwendig ist, ferner in einigen die überschüssigen Flüssigkeiten verdampfen läßt, ohne die Dämpfe derselben fürchten zu müssen. Unter diesen Bedingungen können überall und in sehr kurzer Zeit die zusammengesetztesten Versuche gemacht werden, welche die Uebung und Geschicklichkeit in der Unterscheidung der Mineralien noch unendlich reduziren kann. Die dazu erforderlichen Instrumente, Gefäße, Reagentien sind alsdann so klein, daß man sie ganz leicht mit auf die Reise nehmen kann.

Instrumente. — Um die Körper entweder für sich allein oder mit Reagentien zu schmelzen, bedient man sich des Löthrohrs, einer gekrümmten Röhre, die von vielen Feuerarbeitern zum Schmelzen der Metalle angewandt wird; man richtet deren Spitze auf die Flamme einer Lampe oder einer Kerze und läßt, indem man bläst, eine äußerst intensive Flammenspitze hervortreten (Fig. 372), vor welcher sehr viele Mineralien schmelzen. Sehr empfehlenswerth ist ein aus einer kegelförmigen Röhre von Eisenblech und einem kleinen Querrohr, das in einer gewissen Entfernung von dem Grundtheile der ersteren sich befindet, gebildetes Löthrohr (Fig. 373), da es, wenn ein wenig Speichel hineinkommt, denselben nicht auf den zu schmelzenden Körper bläst: dieser Speichel tröpfelt leicht aus der Röhre, wenn man dieselbe umkehrt.

Als Leuchter kann man sich einer Röhre aus Eisenblech bedienen, die innen eine Feder enthält (Fig. 374), auf welche man ein Lichtstümpchen setzt, dessen Docht aus der Oeffnung tritt. Der obere Theil dieser Röhre muß einen hohlen Raum darstellen, den man mit Unschlitt anfüllt, welches das Licht vor einer allzustarken Hitze verwahrt.

372. 373. 374. 375. 376. 377.



Bemerken wir jetzt, daß man durch Erhitzung eines Körpers an der Spitze der Flamme in Berührung mit der Luft denselben mehr und mehr oxydirt, d. h. wenn er überhaupt der Oxydation fähig ist; erhitzt man ihn dagegen im Innern der Flamme, von der er sich dann von allen Seiten umgeben findet, so desoxydirt er sich. Von diesen beiden Operationen heißt die erstere der Versuch in der Oxydationsflamme, die zweite der Versuch in der Reduktionsflamme.

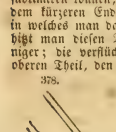
Um einen Körper der Wirkung des Feuers zu unterwerfen, faßt man ihn zuweilen mit dem Ende einer Zange (Fig. 375), die aus einem nach Art einer Feder gewundenen Eisendraht besteht, dessen beide Enden Platindrähte tragen. Oefter noch legt man den Körper auf eine Kohle oder auf eine dünne Platinplatte, welche man in Form einer Kapsel an dem einen Ende ausbaucht, um so leichter mit den Reagentien operiren zu können. In diesem letzteren Falle wendet man zuweilen sehr kleine Kapellen an, die man in ein Loch setzt, das man in ein Stückchen Kohle gemacht hat, und auf welche man die zu untersuchende Substanz mit dem Flußmittel legt. Diese Versuchsart hat den Vortheil, daß man das Ergebniß des Versuches aufbewahren kann, indem man alsdann die Kapelle auf Pappe aufklebt.

Wenn es sich um die Verdampfung der Flüssigkeiten handelt, so bedient man sich sehr kleiner und dünner Schalen aus Porzellan, oder besser noch aus Platin, die man auf einen unter einem rechten Winkel gebogenen Eisendraht befestehenden und ringförmig endenden Träger legt, der mit seinem vertikalen Theil an den Leuchter angebracht ist (Fig. 376).

Hat man eine Substanz im Warmen durch eine Säure zu behandeln, so wendet man zur Vermeidung einer allzuraschen Verdampfung ein kleines Glasfläschchen (Fig. 377) oder auch bloß eine am Ende geschlossene gerade Röhre an; diese Röhre hält man an

die Flamme mit einer Zange aus Eisendraht, die man an einen Pfropf a befestigt, welchen man an den Arm des vorhin beschriebenen Trägers befestigt.

Um die Stoffe zu sammeln, die durch die Hitze sublimiren können, gebraucht man gebogene und an dem kürzeren Ende geschlossene Röhren (Fig. 378), in welches man das Versuchsstück bringt; hierauf erhitzt man diesen Theil (der Röhre) mehr oder weniger; die verflüchtigte Substanz condensirt sich im oberen Theil, den man in der Hand hält.



Häufig sind die im Körper eingeschlossenen Stoffe nicht unmittelbar flüchtig, können es aber durch die Oxydation werden; man wendet hiezu eine offene Röhre an (Zig. 379), in deren unteres Ende man die Substanz bringt, und erhitzt sie in der Oxydationsflamme. Die so gebildete flüchtige Substanz begibt sich alsdann in den oberen Theil und setzt sich darin ab; oder, wenn dies nicht geschieht, erkennt man ihre Gegenwart an dem Geruch, der sich entwickelt.

Ist eine Filtration unumgänglich nothwendig, was man übrigens im Allgemeinen vermeiden muß, so bedient man sich eines sehr kleinen Glastrichters, in welchen man eine Papiertüte legt. Man hält den Trichter mit einem kniefömmig gebogenen Eisendraht, der in einen Ring ausläuft und mit seinem andern Ende in eine Korkplatte eingesenkt ist, die zugleich als Träger für die Schale dient, welche die helle Flüssigkeit aufnimmt (Zig. 380). Beim Abklären der Flüssigkeit vermeidet man beinahe immer das Filtriren; zu diesem Zwecke legt man in die Schale, welche sie enthält, einen kleinen Streifen Fließpapier (s. Fig. 381), der dann den Dienst eines Hebers thut. Will man einen Niederschlag waschen, so stellt man eine Schale mit destillirtem Wasser unter die erstere Schale und vermittelt das Fließen durch einen andern Heber.

Verbinden wir mit diesen kleinen Instrumenten noch ein kleines Glas mit einem Fuß, dessen man übrigens selten bedarf, ferner etliche kleine Uhrgläser, Glas-, Kupfer-, Zinn-, Zink- und Eisenstäbe, deren Gebrauch wir später sehen werden; ferner einige Glasstäbe zum Umrühren. Nicht unnützlich ist ein kleiner Hammer zum Abschlagen eines Theilchens von dem zu untersuchenden Mineral, wenn es hart ist. Ein kleiner Agatmörser sammt Stempel ist etwas Bequemes für die Verwandlung der harten Körper in Pulverform; man kann ihn aber auf verschiedene Weise auch durch etwas ersetzen.

Endlich wird man sich die ganze Reihe der Agentien verschaffen, deren wir uns bedienen werden und wovon die meisten, wenn man will, im festen Zustand genommen werden können.

Allgemeiner Gang der Versuche. — Um möglichst schnell zur Kenntniß der Zusammensetzung eines Körpers zu gelangen, muß man bei den Versuchen nothwendig einen regelmäßigen Gang befolgen. Unter allen Methoden, die man sich etwa denken kann, habe ich diejenige vorgezogen, die darin besteht, daß man zuerst die Natur des elektro-negativen Körpers, den die Substanz einschließen kann, untersucht und alsdann zur Auffindung der Basen schreitet. Ich begnüge mich einzig und allein damit, hiezu den trockenen oder den nassen Weg anzuwenden; habe aber diese beiden Untersuchungsmittel mit einander verbunden, um die Unsicherheiten des einen oder andern zu heben und sowohl Langwierigkeit als Schwierigkeiten zu vermeiden. Ich beginne mit sehr einfachen Versuchen, welche zur Erkennung vieler Körper ausreichen und gehe nur zuletzt an complizirtere, die sich glücklicherweise auf Substanzen beziehen, die man seltener findet.

Man beginnt oft mit der Untersuchung, ob der vorgesetzte Körper schmelzbar oder unschmelzbar sei, was manchmal hinreicht, um sich zwischen einigen Substanzen zu entscheiden, zu deren Vermuthung man schon durch die bloße Betrachtung des Minerals geführt wird. So kann man sich z. B. zwischen einem Rubin und einem Granat entscheiden, insofern der erstere unschmelzbar, der zweite schmelzbar ist, oder auch zwischen dem Bergkrystall und dem farblosen Smaragd, bei denen das Gleiche stattfindet; zwischen dem Platin und Silber ꝛc. Indessen gibt dieser Versuch nichts Bestimmtes in Beziehung auf die Natur des Körpers, die man noch aufmerksamer untersuchen muß.

Die Reagentien, deren man sich bedient, müssen möglichst rein sein, und der größten Aufmerksamkeit bedarf es, um sie nicht zu verunreinigen, sei es dadurch, daß man die Stöpsel zufällig auf Körper legt, die daran hängen bleiben könnten, sei es, wenn man die Röhren hin und her trägt, deren man sich bedient, um sie von einer Flasche in die andere zu bringen, ohne sie vorher ganz sauber gemacht zu haben. Um das Letztere zu vermeiden, muß jeder Becher oder jede Flasche ihre besondere Röhre haben, die an den Stöpsel befestigt ist, selbst wenn dieser aus Kork besteht; dann muß man auch sorgfältig jeden Stöpsel an seinen gehörigen Ort thun, wegdaß Alles numerirt sein sollte. Niemals darf man die zu untersuchenden Flüssigkeiten mit den Röhren berühren, sondern bloß die Reagentien, die sich daran befinden, hineinfallen lassen.

Um die Säuren und flüssigen Reagentien einzuschließen, ließen wir Flaschen machen, die in eine Spitze mit einer äußerst engen Oeffnung ausliefen, die von einer aufgeschliffenen Glaskapuze bedeckt sind, (Zig. 382.) Will man sie anfüllen, so hat man sie bloß zu erwärmen und hierauf die Spitze in die Flüssigkeit zu tauchen. Um sich ihrer zu bedienen, nimmt man sie in die Hand, deren Wärme schon hinreichend ist, um die Luft in ihnen auszudehnen, und einen Flüssigkeitstropfen hineinfallen zu lassen, wenn man sie umkehrt. Diese Flaschen lassen keinen Dampf entweichen, wenn man die Kapuze sorgfältig mit Fett einschmiert.

Untersuchungen (Aufsuchung) der elektro-negativen Körper.

§. 99. Nach dem jetzigen Stand der Wissenschaft gibt es sieben Hauptversuchsarten, um die Natur der elektro-negativen Principien aufzuwecken, welche in einer natürlichen Zusammensetzung vorkommen, nämlich:

1) Erhitzt man den Körper in einer geschlossenen Röhre, so erkennt man:

Hydrate	an Wassertröpfchen. *
Durchsichtbarhaltige Stoffe	an Quecksilberkörperchen.
Antimonoxyd	an einem nicht krystallinischen Sublimat, das durch Erhitzung von einem Punkt zum andern sich verflüchtigen lassen kann.

* Das Mineral kann unabhängig vom Wasser einen andern elektro-negativen Körper einschließen.

Man kann dieses Wasser untersuchen, wenn man in die Röhre ein reagirendes Papierstreifchen bringt. Das Lackmuspapier zeigt, wenn es sich röthet, eine Säure an; das Fernambukpapier zeigt auf eine eigenthümliche Weise, wenn es eine schöne gelbe Farbe annimmt, die Fluorwasserstoffsäure an. Das Kurkuma wird durch die Alkalien roth.

2) Man erhitze ihn in einer offenen Röhre, um zu entdecken, was die Oxydation hervorbringen kann; man unterscheidet alsdann:

Selenverbindungen (Selenüre)	durch den Geruch nach verfaultem Kohl
Arsenik und Arsenikverbindungen (Arseniüre)	durch den Knoblauchgeruch.
Antimon und Antimonverbindungen (Antimonüre)	durch weiße Dämpfe, welche ein Sublimat bilden, das sich von einem Punkt der Röhre bis zum andern verflüchtigen kann.
Tellur und Telluriverbindungen (Telluriüre)	durch einen weißen Dampf, welcher, nachdem er sich abgesetzt hat, durch die Hitze in der Röhre zu durchsichtigen Tröpfchen geschmolzen werden kann.
Schwefel und Schwefelverbindungen (Sulfüre)	durch den Geruch nach verbranntem Schwefel. *

3) Man erhitze das Mineral in einer geschlossenen Röhre, nachdem es zuvor in Pulver verwandelt und mit Kohlen gemengt worden ist, die gewisse Körper desoxydirt, so wird man erkennen:

die arsenige Säure die arsenigsauren und die arsenikfauren Salze (Arsenite und Arseniate)	an dem Knoblauchgeruch.
Die Schwefelsäure .	an dem Geruch nach verbranntem Schwefel.
Einige schwefelsaure Salze (Sulfate) . . .	an dem Geruch nach verfaulten Eiern.
Die salpeterfauren Salze (Azotate) . . .	weil sie während der Operation zerfließen. **

4) Man erhitze den Körper mit einer Mischung von Kohle und einfach kohlensaurem Natron, um dadurch eine Desoxydation und eine neue Verbindung zu bewirken; in diesem Falle unterscheidet man:

Sulfate und Sulfüre	an dem Geruch des Resduums nach verfaulten Eiern, oder durch das Freiwerden von Schwefelwasserstoffgas durch die Einwirkung gesäuerten Wassers. ***

5) Man lasse die Salpetersäure auf den Körper einwirken, mit deren Hülfe man erkennt:

die kohlensauren Salze (Carbonate)	an dem Aufbrausen, das sich sowohl kalt als heiß bildet
Einige borfaure Salze (Borate)	an einem weißen Niederschlag, welcher dem Alkohol die Eigenschaft verleiht, mit grüner Flamme zu brennen.
Einige Silikate . .	welche ein Gelee bilden, das nichts anderes ist, als ein gallertartiger Niederschlag von Kieselerde.

6) Man schmelze den Körper mit doppeltphosphorsaurem Natron und doppeltphosphorsaurem Ammoniak † um zu entdecken:

das Ainor .	an den Dämpfen, welche das Glas angreifen und das Fernambukpapier roth färben (wenn man in der offenen Röhre die Operation macht), oder an einem durch die Zerfressung gebildeten Ring um das Versuchsstück herum (in der geschlossenen Röhre).
Das Chlor	wenn man zuerst das Doppelsalz mit ein wenig Kupferoxyd zusammenschmelze und hierauf die der Untersuchung unterworfene Substanz zusetzt. Ist Chlor dabei, so färbt sich die Flamme purpurblau. ††

* Gewisse Schwefelverbindungen erzeugen diese Wirkung nicht, und werden dann nur durch die vierte Untersuchungsart erkannt.

** Einige Oxyde werden bei dieser Behandlung reducirt; doch werden wir uns dieser Eigenschaft nicht bedienen.

*** Die Schwefelverbindungen lassen sich daran erkennen, daß sie die gleiche Wirkung ohne Zusatz von Kohlen erzeugen.

† Das Ammoniak wird alsdann frei und die feuigeworbene Phosphorsäure reagirt nur auf den Körper. Es gibt hier einen Versuch auf trockenem Wege mittelst einer Säure.

†† Das §. 100, 4 bezeichnete Brom erzeugt ebenfalls eine blaue Flamme. Das Jod eine grüne.

7) Man erhitze den Körper oder man schmelze ihn wirklich, mit einfach kohlensaurem Natron, um gewisse Salze durch einen Austausch der Basen. Die Säure des Minerals tritt zum Natron über, und bildet ein neues Salz, welches ein in Wasser lösliches oder unlösliches Salz ist.

Bildet sich ein lösliches Salz, so fügt man zu der Auflösung ein wenig Säure hinzu, um das überschüssige einfach kohlensaure Natron zu zerlegen, und man findet alsdann:

Phosphorsäure . . .	wenn die Flüssigkeit durch salzsaures Silber einen gelben Niederschlag bildet.
Chromsäure . . .	wenn sie einen rothen Niederschlag bildet.
Vanadinsäure . . .	bei gelbem Niederschlag, der schnell weiß wird.
Molybdänsäure, Scheelsäure und Tantalsäure	wenn die Auflösung auf Zinn blau wird. *
Kieselerde (Kieselsäure)	wenn die nicht mehr auf Zinnblau werdende Auflösung durch Zusatz einer Säure entweder sogleich oder während der Verdampfung einen weißen Niederschlag gibt.

Wenn das, was aus dem Versuche hervorgeht, im Wasser auflöslich ist, so kann er sich mehr oder weniger leicht in Chlorwasserstoffsäure auflösen, und man erkennt alsdann:

die Kieselerde . . .	wenn die verdampfte und durch das Wasser von Neuem gebildete Auflösung einen Bodensatz läßt, welcher durch die Zusammenschmelzung mit dem doppeltphosphorsauren Salz keine Farbe zeigt.
Titansäure	wenn der Bodensatz, der sich bei diesem Versuche gebildet hat, mit einem doppeltphosphorsauren Kalk in der Reduktionsflamme ein violettes Glas gibt.
Thonerde	wenn kein Bodensatz gebildet wird, und wenn der Auflösung durch Ammoniak einen flockigen Niederschlag gibt, der in kaustischem Kali löslich ist.

§. 100. Bemerkungen über diesen Versuch.

Wir werden hier einige an den Versuchen gemachte Beobachtungen, die wir für die Untersuchung der elektro-negativen Körper angaben, und Beobachtungen an andern, die man noch machen könnte, zusammenstellen:

1) Wenn man das Mineral in einer geschlossenen Röhre erhitzt, so kann man auch noch mehrere andere Körper erkennen, nämlich:

Selenverbindungen (Seleniüre)	an einem rothen Sublimat.
Arsenik und Arsenikverbindungen (Arseniüre)	an einem Sublimat aus kleinen Metallkrystallen.
Arsenige Säure und arsenigsaure Salze (Arsenite)	an einem Sublimat aus kleinen weißen Krystallen.
Tellur und Telluriverbindungen (Telluriüre)	an einem grauen, nicht krystallinischen Sublimat.

Doch lassen sich diese Körper noch leichter durch die zweite Untersuchungsart unterscheiden, §. 99.

2) Durch Erhitzung in einer geschlossenen Röhre in Verbindung mit Kohle kann man die antimonige und die Antimon-Säure erkennen, die alsdann die Charaktere des Antimonoxydes zeigen (§. 99, 1).

3) Auch könnte man den Körper mit salpetersaurem Kali erhitzen und man würde alsdann folgende Stoffe entdecken:

die Kohle	weil die Mischung auch während der Operation schmilzt.

* Die Auflösung gibt durch eine Säure einen weißen Niederschlag. Untersucht man diese Niederschläge, so kann man die drei Körper unterscheiden. Die Molybdänsäure bildet mit doppeltphosphorsaurem Natron und doppeltphosphorsaurem Ammoniak zusammengeschmolzen ein grünes Glas. Die Scheelsäure erzeugt ein blaues und die Tantalsäure ein gelbes Glas.

Das Osmium . . . . weil die Verbindung des Osmium mit Iridium da, wo sie sich findet, einen weißen Dampf gibt, welcher nach Chlor riecht; der schwarze Rückstand gibt mit Chlorwasserstoffsäure (Salzsäure) die charakteristische blaue Farbe des Iridiums.

4) Man könnte auch die Körper mit Schwefelsäure in der geschlossenen Röhre behandeln und würde dann erkennen:

Das Fluor . . . . . an den Dämpfen, welche das Glas angreifen.

Das Jod . . . . . an den violetten Dämpfen.

Das Chlor . . . . . an dem eigenthümlichen Geruche, der sich bildet, wenn der Körper zuvor mit Mennigsuperoxyd gemischt worden ist.

Das Brom . . . . . an den röthlichen Dämpfen, die in Folge einer solchen Mischung frei werden.

Die Salpetersäure . an den röthlichen Dämpfen, die sich entwickeln, wenn man Kupferfeilspäne zugesetzt hat.

5) Die Chromite erzeugen, wenn sie bei der siebenten Versuchsart in der Oxydationsflamme behandelt werden, die gleichen Resultate, wie die Chromate. Um sie zu unterscheiden, muß man den gleichen Versuch in einer geschlossenen Röhre wieder beginnen; die Substanz, die man erhält, ist grün, wenn die Substanz ein Chromit ist; gelb, wenn sie ein Chromat ist.

Aufsuchung der Basen.

§. 101. Schon durch die vorhergehenden Versuche wird man die Gegenwart des Arseniks, Antimons und Selens entdeckt haben, wovon besonders die beiden ersten auch zuweilen — namentlich in den Schwefelverbindungen — Basen bilden. Hinsichtlich der übrigen Körper hat man sechs Hauptversuchsarten anzustellen.

1) Man erhitzt die Substanz auf der Kohle in der Reduktionsflamme, um zu entdecken das Vorhandensein des

Cadmiums . . . . . durch den orangegelben Lichtschein, der sich gleich beim Beginn des Versuches zeigt.

2) Man erhitzt sie auf einer Platinplatte mit einfach kohlensaurem Natron und entdeckt alsdann:

Mangan . . . . . wenn die geschmolzene Masse grün ausfiehet.

Chrom . . . . . wenn die geschmolzene Masse abwechslungsweise grün in der Reduktionsflamme und gelb im Oxydationsfeuer wird.

3) Man schmelzt die Substanz mit Borax zusammen, nachdem sie vorher in der Oxydationsflamme geröstet worden; alsdann wird man auch die geringsten Spuren von

Kobalt . . . . . durch die blaue Farbe des erhaltenen Glases entdecken.

4) Behandelt man das Mineral mit Salpetersäure entweder unmittelbar oder nach der Behandlung mit einfach kohlensaurem Natron (§. 99, 7).

Wenn der Körper nicht oxydirte Stoffe enthält, so nimmt man dieselben alsbald durch die röthlichen Dämpfe wahr, die während der Auflösung entweichen. In diesem Falle zeigt die heiße und sehr saure Flüssigkeit, wenn sich ein Niederschlag bildet, das Vorhandensein von Molybdän, Antimon und Zinn an:

Molybdän . . . . . wenn er die Charaktere der Molybdänsäure zeigt (§. 99, 7).

Antimon . . . . . wenn er die Charaktere der Antimonoxyde hat (§. 100, 2).

Zinn . . . . . wenn hier dieser Niederschlag weder verflüchtigt noch geschmolzen werden kann.

Ist die Auflösung geschehen, so erkennt man darin leicht die verschiedenen Basen, nämlich:

Wismuth . . . . . wenn ein Tropfen der Auflösung, den man in Wasser fallen läßt, dasselbe sogleich weiß färbt.

Silber . . . . . wenn ein Tropfen der Auflösung auf einer Kupferplatte einen weißen krystallinischen Metallniederschlag liefert.

Quecksilber . . . . wenn sich alsdann ein grauer Niederschlag bildet, der sich zu Tröpfchen vereinigt oder sich auf Kupfer amalgamirt, dem es einen Silberglanz ertheilt.

Dieser Niederschlag verflüchtigt sich im Feuer, und wenn er sich auf dem Silber niedergeschlagen hat, so bleibt dieses letztere allein zurück.

Kupfer . . . . . wenn die Auflösung auf einer Eisenplatte einen Kupferniederschlag bildet.

Nickel . . . . . wenn die Flüssigkeit, die sich auf einer Eisenplatte befand, sich durch Hinzufügung von Ammoniak sogleich blau färbt.

Zink . . . . . wenn die gleiche Flüssigkeit durch Ammoniak einen weißen Niederschlag gibt, der sich in einem Ueberschuß dieses Alkalis wieder auflöst. *

Nach diesen Versuchen wird man verschiedene Tropfen von der ursprünglichen Auflösung in kleine Uhrgläser oder auf eine mit Fett leicht beschmierte Glasplatte bringen und alsdann entdecken:

Das Eisen . . . . . wenn einige Theilchen blausaures Kalis einen blauen Niederschlag hervorbringen. **

Blei, Baryt und Strontian . . . . . wenn einige Theilchen irgend eines schwefelsauren Salzes einen weißen Niederschlag bewirken.

Blei . . . . . wenn der Niederschlag durch Hinzufügung einiger Theilchen schwefelsauren Kalihydrats schwarz wird.

Baryt . . . . . wenn der Niederschlag nicht schwarz wird, und wenn ein Tropfen von der ersten, stark durch Wasser verdünnten Auflösung immer noch fortfährt, durch ein schwefelsaures Salz einen Niederschlag zu bilden.

Strontian . . . wenn die sehr ausgedehnte Auflösung keinen Niederschlag mehr bildet.

Thonerde . . . . . wenn der im Ueberschuß zum Rest der Flüssigkeit zugefügte Ammoniak einen weißen, flockigen und bleibenden Niederschlag gibt, der sich im kaustischen Kali auflöst (siehe §. 102, 2).

Kalk . . . . . wenn die Ammoniakflüssigkeit, welche oben schwimmt, unmittelbar durch das oxalsaure Ammoniak, selbst wenn sie heiß ist, niedergeschlagen wird. ***

Magnesia . . . . . wenn sich die Flüssigkeit, nachdem sie sich im Warmen abgeklärt hat, beim Kaltwerden von Neuem trübt.

5) Das Aufsuchen der Alkalien. — Um das Kali, Natron und Lithion zu entdecken, darf man keinen dieser Stoffe während der Operation angewandt haben. Wenn das Mineral nicht unmittelbar in einer Säure auflöslich ist, so muß man es hiezu geeignet machen, indem man es mit kohlensaurem Baryt zusammenschmelzt.

Ist die Auflösung gebildet und gehörig verdünnt, so setzt man kohlensaures Ammoniak zu, welches, mit Ausnahme der Alkalien, Alles niederschlägt. Man filtrirt, verdampft und macht es rothglühend, und wenn alsdann etwas in der Schale zurückbleibt, so ist dies ein Alkali. Man unterscheidet:

* Ebenso würde sich das Cadmium niederschlagen und wieder auflösen; man würde aber vorher sein Gegenwart erkannt haben (§. 101, 1), und überdies würden es das Kali und Natron auf eine permanente Weise niederschlagen, was beim Zink nicht der Fall ist.

** Die meisten andern Metalle precipitiren zu gleicher Zeit, aber die blaue Farbe, die durch die Gegenwart des Eisens gebildet wird überwiegt alle andern.

*** Es könnten sich auch der Baryt, der Strontian, das Kupfer, der Nickel und Zink in der Ammoniakflüssigkeit befinden. Für diesen complicirten Fall müßte man zuerst in den ersten Stoffe durch ein schwefelsaures auf der sauren Auflösung heraus bekommen und die beiden folgenden durch Kali: — die Ammoniakauflösung (ammoniakalische Auflösung) würde jetzt nur noch Zink erhalten, welches durch Hinzufügung eines oxalsauren Salzes lange Zeit nach der Magnesia, wenn die Flüssigkeit verdampft, sich niederschlägt.

Das Kali . . . . . wenn die concentrirte Platinchlorürauflösung, auf einen Theil des Rückstandes gebracht, einen gelben Niederschlag bewirkt.

Das Lithion . . . . wenn die Substanz die Platinplatte während der Calcination fleckig macht und ein Tropfen kohlensauren Ammoniaks einen weißen Niederschlag bildet.

Das Natron . . . . wenn sich gar nichts der Art bildet.

Findet sich ein Gemisch von Alkalien, so kann man dieselben bei diesen Versuchen nur schwer unterscheiden.

Gewisse auflösliche Salze enthalten Ammoniak, deren Gegenwart leicht durch Zusatz einiger Theilchen kaustischen Kalis, das die Dämpfe desselben entweichen läßt, erkannt werden.

6) Das Unterschen der Körper, auf welche die bisherigen Mittel nicht einwirken.

Diese Körper sind namentlich das Gold und das Platin, von denen das erste eine schöne gelbe Farbe, das zweite eine Bleifarbe zeigt. Beide werden durch das Königswasser aufgelöst. Die Goldauflösung bildet durch das Zinnchlorid einen purpurfarbigen Niederschlag; die Platinauflösung durch ein Kalisalz einen gelben.

Das Platin ist in dem Platinerz mit verschiedenen Substanzen verbunden oder gemengt, die man bei den Versuchen im Kleinen noch nicht charakterisiren kann.

§. 102. **Bemerkungen über das Auffuchen der Basen.** — Bei den zur Auffuchung der Basen bestimmten Versuchen haben wir nur diejenigen Substanzen angegeben, die gewöhnlich in der Natur vorkommen. Wenn man es auch noch mit andern Substanzen zu thun haben wollte, so könnte man auf Hindernisse stoßen, von denen wir hier reden wollen.

1) Bei der Behandlung mit Salpetersäure könnte man finden:

Palladium . . . . . es bildet auf einer Kupferplatte einen Niederschlag; aber die Auflösung ist roth und precipitirt schwarz durch Zinnchlorür.

Thonerde . . . . . würde sich durch Hinzufügung eines schwefelsauren Salzes durch Aufbrausen zeigen. Das in der Kälte lösliche Salz dieser Basis bildet bei einer Temperatur von 100° einen Niederschlag.

2) Bei der Untersuchung der Auflösung durch Ammoniak im Ueberschuß, kann man in dem Niederschlage eine große Anzahl Substanzen finden, die nicht angegeben wurden, z. B.:

Beryllerde . . . . . sie wird in der Kaliauflösung mit der Thonerde hinweggeschafft; die Kalilauflösung muß alsdann durch eine Säure gesättigt und von Neuem mit Ammoniak behandelt werden. Man wäscht und trocknet den Niederschlag. Wenn es reine Thonerde ist, so erhält die Masse, indem man einen Tropfen salpetersauren Kobalt zusetzt und calcinirt eine schöne blaue Farbe. Wenn es reine Beryllerde ist, so wird die Farbe schwarz. Ist sie eine Mischung, so erhält man ein schmutziges Blau.

Das Uran . . . . . der durch das Ammoniak gebildete Niederschlag, oder auch das Mineral selbst, gibt in der Reduktionsflamme mit einem borsäurehaltigen Salz ein grünes Glas. Die erstere Auflösung gibt alsdann durch Cyaneisenkali einen dunkelrothen Niederschlag.

Das Cerium . . . . der Rückstand von der Wirkung des kaustischen Kalis kann die eine oder die andere dieser Substanzen enthalten. Mit Salpetersäure von Neuem behandelt, hierauf getrocknet, um die überschüssige Säure auszutreiben und wieder im Wasser aufgelöst, gibt er durch oxalsaures Ammoniak einen weißen Niederschlag.

Die Zirkonerde.

Die Ittererde. Was den ersten Stoff betrifft, so wird der Niederschlag durch Calcination zimmtbraun, und bildet im Warmen mit einem doppeltphosphorsauren Salz ein rothes, im Kalten ein farbloses Glas. Hinsichtlich der andern braunt sich der Niederschlag; in dem einen bildet er, wenn auch schwierig, mit einem doppeltphosphorsauren Salz ein undurchsichtiges, farbloses Glas; dagegen im andern ganz leicht ein durchsichtiges Glas.

3) Wir werden nicht von zufälligen Verbindungen sprechen, denen man etwa begegnen könnte; denn hier könnten die Niederschläge sehr complicirt sein, und man müßte, um zu einigen Resultaten zu gelangen, sehr ausgedehnte chemische Kenntnisse besitzen, die man bloß durch tiefgehende Studien erlangen kann.

Analyse der Mineralien.

§. 103. **Nothwendigkeit derselben.** — Wenn ein Körper einfach ist, so genügen die genannten chemischen Versuche immer, um ihn von allen andern zu unterscheiden. Anders aber verhält sich's, wenn er ein zusammengesetzter ist, weil hier die Zahl und Beschaffenheit der vereinigten Stoffe nicht zu seiner Charakterisirung hinreicht; man muß davon die relativen Quantitäten kennen. Es wird z. B. Niemand den Zucker und den Weingeist mit einander verwechseln, und dennoch sind beide aus Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff zusammengesetzt, und bloß im Verhältniß der Quantitäten findet sich ein Unterschied. Bei den Mineralien findet das Gleiche statt. Es finden sich viele, die aus den gleichen Elementen gebildet sind und eben so deutlich ausgesprochene Unterschiede zeigen, als die beiden vorhergehenden Körper, woraus also hervorgeht, daß, um sie chemisch zu bezeichnen, man genau die einzelnen Stoffe von einander zu scheiden, jeden von ihnen zu wägen und Alles auf die Einheit zu beziehen wissen muß, um unter diesem Gesichtspunkt eine Vergleichung anstellen zu können. So kann man z. B. die Mennige und das gelbe Bleioxyd von einander unterscheiden, die ihrem Aussehen nach so verschieden sind, obgleich sie aus den nämlichen Elementen bestehen, nämlich:

Gelbes Bleioxyd	Sauerstoff	0,07	Sauerstoff	0,10
	Blei	0,93	Blei	0,90
		1,00		1,00
		Mennige		

§. 104. **Allgemeine Mittel.** — Die Analyse wird beinahe wie die vorhergehenden Versuche gemacht, nur sind dabei sehr viele Vorsichtsmaßregeln nothwendig, die man vernachlässigen kann, wenn es sich bloß um ein Erkennen handelt. Man muß eine gewisse Menge des Minerals (z. B. 5 Gramme) entweder im natürlichen Zustande oder in fein reines Pulver verwandelt genau wägen und darf während der Operation nichts verloren gehen lassen. Nachdem das Mineral für den Fall, daß es Wasser enthält, erhitzt und von Neuem gewogen worden ist, um den Gewichtsverlust zu finden, welcher das Gewicht der Flüssigkeit ist, so läßt man auf dasselbe Salpetersäure, Königswasser einwirken, oder schmilzt man es zuvor mit Kali zusammen ꝛc., hierauf filtrirt und sammelt man nach und nach die Niederschläge, wascht sie sorgfältig aus, indem man eine hinlängliche Wassermenge auf das Filtrum bringt, trocknet dieses letztere gehörig, wiegt es genau mit der Substanz, die sich daran befindet, und rechnet das Gewicht des Papieres ab, das man schon vorher gewogen haben mußte. Hierauf sammelt man die filtrirte Flüssigkeit und das zum Waschen angewandte Wasser und läßt sie gehörig verdampfen, um andere Niederschläge zu bewirken, mit jedem derselben man nach und nach auf gleiche Weise operirt.

Der Hauptpunkt, und manchmal auch ziemlich schwierige Punkt ist dies, daß man die aufeinander

folgenden Operationen gut ausführt, solche Reagentien anwendet, die eine bestimmte Substanz ganz abscheiden und von einer andern nichts mit fortnehmen. In dieser Beziehung sind die verschiedenen Reagentien, deren man sich bei den Versuchen bedienen kann, nicht immer die geeignetsten für die Analyse, denn wenn es sich blos darum handelt, das man die Gegenwart einer Substanz angebe, so liegt wenig daran, wenn der Niederschlag auch eine oder mehrere andere mit sich fortriß, vorausgesetzt, daß sie verdeckt sind, und daß die gesuchte deutlich hervortritt. Es gibt Fälle, wo die Schwierigkeiten so groß sind, daß ein ganz talentvoller und geübter Chemiker dazu erforderlich ist; dagegen gibt es auch viele Fälle, wozu schon die einfachsten Elemente der Chemie hinreichen, und die im Allgemeinen diejenigen sind, die sich im gewöhnlichen technischen Leben am häufigsten zeigen. So läßt sich z. B. die Analyse mit Kalkſteinen, Mergeln, Thonarten, Silikaten, die am häufigsten in der Natur vorkommen, oder mit solchen, welche die Schlacken unserer Schmelzöfen bilden, wo man die Metalle bereitet, mit vielen Blei-, Kupfer- und Eisenerzen, mit Mineralsalzen, die in den Künsten und der Arzneikunde angewandt werden, mit den nützlichsten künstlichen Verbindungen ꝛc., immer sehr leicht machen, weil diese Körper nur vollkommen bekannte Stoffe enthalten, die sich immer sehr genau von einander scheiden lassen. Wir wollen hier einige Beispiele davon geben:

§. 105. 1) **Analyse des Mergels.** — Fünf Gramme eines gewissen Mergels, die man bei der Temperatur des kochenden Wassers trocknete, verloren 345 Milligramme, die wahrscheinlich ganz aus Wasser bestanden.

Fünf andere Gramme, die man mit Salpetersäure behandelte, zeigten eine Zeitlang ein Aufbrausen und gaben einen Rückstand aus Thon, welcher zuerst gewaschen, hierauf bei einer Temperatur von 100° getrocknet 3ᵍ,879 wog.

Diese Operationen sind hinreichend, um daraus den Schluß zu ziehen, daß der durch die Säure entfernte kohlensaure Kalk

$$5^{g},776, \text{ d. h. } 5^{g} - (3{,}879 + 0{,}345)$$

betrug, so daß demnach dieser Mergel bestand aus:

Kohlensaurem Kalk . . .	0,776 oder für 1	0,1552
Thon und Wasser	4,224	0,8448
	5,000	1,0000

Es folgt daraus, daß diese in der Agricultur angewandte Substanz sich mehr für Sand- als Thonböden eignet.

2) **Analyse des Kalksteins.** — Auf fünf Gramme Kalkstein hat unter Aufbrausen Salpetersäure eingewirkt, und ein Rückstand von 15 Centigrammen ist zurückgeblieben.

Die Auflösung gab mit Ammoniak behandelt, 20ᵈ Milligramme Eisenoxyd, das vor dem Löthrohr einige Spuren von Mangan zeigte (§. 101, 2.).

Die mit dem Waschwasser vereinigte und gehörig verdampfte flüssigkeit wurde im Warmen mit einfach kohlensaurem Ammoniak behandelt und sogleich filtrirt; sie gab einen Niederschlag von kohlensaurem Kalk im Betrag von 4ᵍ,098, wovon 2ᵍ,307 dem Kalke angehören. *

Endlich blieben nach der Verdampfung des Wassers und der Erhitzung bis zur Rothglühhitze 217 Milligramme Magnesia; also besteht dieser Kalkstein aus:

Unlöslichem Stoff . . .	0,150 oder für 1	0,0300
Eisenoxyd	0,204	0,0408
Kalk	2,307	0,4614
Magnesia	0,217	0,0434
Kohlensäure, die man aus dem Unterschiede folgerte	2,122	0,4244
	5,000	1,0000

* 100 Theile kohlensauren Kalkes enthalten 56,29 Th. Kalk, so daß die Proportion 100 : 56,29 = 4,098 : x = 2,307 die Kalkmenge für den vorliegenden Fall gibt.

3) **Analyse des Weißbleierzes.** — Das Weißbleierz oder Bleiweiß ist ein kohlensaures Blei; man verfälscht aber diese Substanz durch eine Beimischung von Kreide, das ihren Werth vermindert und der Haltbarkeit ihrer Farbe bedeutenden Eintrag thut. Es ist also von Nutzen, wenn man weiß, welches die Natur des Stoffes ist, den man zu dieser oder jener Arbeit verwendet; hier folgt seine Analyse:

Fünf Gramme dieser Substanz, auf die man verdünnte Salpetersäure einwirken ließ, gaben 10 Centigramme Rückstand.

Die mit schwefelsaurem Natron behandelte Auflösung gaben einen Niederschlag von schwefelsaurem Blei, im Betrag von 4ᵍ,539, woraus man 3ᵍ,338 Bleioxyd * oder 4ᵍ kohlensaures Blei erhielt. **

Die mit dem Waschwasser verbundene und verdampfte filtrirte Flüssigkeit, welche mit einfach kohlensaurem Ammoniak behandelt wurde, gab 0ᵍ,901 kohlensauren Kalk. Diese Substanz erhält also:

Reines Weißbleierz oder kohlensaures Blei . .	}	4	oder für 1 . .	0,80
Kreide . . .	Kohlensauren Kalk . .	0,90	1	0,20
	Unlöslichen Stoff . .	0,10		
			5	1,00

d. h. das Bleiweiß ist mit dem vierten Theil seines Gewichtes mit Kreide gemischt gewesen.

Wenn die Verfälschung durch ein Beigemisch von schwefelsaurem Baryt geschah, so bleibt diese unlöslich.

4) **Analyse einer Hochofenschlacke.** — Diese Substanz wurde mit Natron zusammengeschmolzen, nachdem sie in feines Pulver verwandelt und das Ergebniß mit Salpetersäure behandelt worden war. Fünf Gramme geben alsdann nach dem Auswallen 1ᵍ,27 Kieselerde.

Das Ammoniak bewirkte einen Niederschlag von Eisenoxyd, welches, nachdem es gewaschen und mit Natron geschmolzen, hierauf von neuem gewaschen und getrocknet worden, 2ᵍ,737 wog.

Sämmtliche verdampfte, hierauf mit Säuren gesättigte und mit einfach kohlensaurem Ammoniak behandelte Natronwasser gaben einen Niederschlag, der aus 203 Milligrammen Thonerde bestand.

Die Flüssigkeit des ersteren Eisenoxydniederschlags, verbunden mit dem Wasser, das man zu seinem Abwaschen benützte, gab für sich selbst durch kohlensaures Ammoniak einen Niederschlag von 1ᵍ,805 kohlensauren Kalkes, der 1ᵍ,016 Kalk entsprach. Das Ergebniß der Analyse ist demnach:

Kieselerde	1,270
Eisenoxyd	2,737
Thonerde	0,203
Kalk	1,016
	5,226

Die Gewichtszunahme läßt aber sehen, daß sich hier das Eisen als Oxydul fand, dessen Menge man alsdann auf 2,511 reduziren muß.

Dieses Resultat zeigt, daß man die Operationen in den Schmelzhütten abändern müsse, indem man dem Erze den sogenannten Zuschlag oder Flußmittel (kohlensaurer Kalk oder Kalkſtein) beimengt, um die Kieselsäure zu sättigen und einen Verlust an Eisen zu vermeiden. Die Analyse der Erze und die der Zuschläge (Kalkſtein) würden die Menge des angewandten Flußmittels bestimmen.

Diese Beispiele, verbunden mit den Beobachtungen, die wir hinsichtlich der Versuche machten, reichen

* 100 Theile schwefelsaures Blei enthalten 73,56 Bleioxyd. Man findet die Menge des Oxydes im vorliegenden Falle durch die Proportion:

$$100 : 73,56 = 4{,}539 : x.$$

** 100 Theile kohlensaures Blei enthalten 83,46 Bleioxyd, so daß man nachstehende Proportion erhält:

$$83{,}46 : 100 = 3{,}338 : x,$$

hin, um zu zeigen, was man in den meisten gewöhnlichen Fällen zu thun habe.

Erklärung und Vergleichung der Analysen.

§. 106. **Schwierigkeit, sich auszudrücken.** — So lange es sich nur von der Anwendung im Leben handelt, fühlt man kein Bedürfniß, die Zusammensetzungen anders auszudrücken, als durch die gleichen Gewichte, welche uns die Analyse liefert. Betrachtet man aber die leblosen Körper unter dem wissenschaftlichen Gesichtspunkt, so erkennt man bald, wenn sie in großer Anzahl vorhanden sind, daß man sie unmöglich miteinander vergleichen kann, indem man sich in Gewichten ausdrückt, weil die Beziehungen oder Verhältnisse sehr zusammengesetzt sind. Obgleich man z. B. in den nachstehenden Zusammensetzungen sehr deutliche Unterschiede wahrnimmt, so ist es doch schwierig, sich eine sehr klare Vorstellung davon zu machen.

	1. Analyse.	2 Analyse.	3. Analyse
Schwefel	0,292	0,162	0,473
Kupfer	0,489	0,318	0,455
Blei	0,619	0,520	0,372

Auch hatte man lange Zeit wenig Aufmerksamkeit für die chemische Zusammensetzung und gab sich damit zufrieden, die Körper durch äußere Charaktere zu vergleichen: erst seit jener Zeit, wo man die chemischen Gesetze erkannte, nach welchen die Körper sich zusammensetzen, konnte man daraus das Geeignete ziehen. Es folgen hier die Thatsachen:

§. 107. **Gesetze der (chemischen) Zusammensetzung.** — Die Gesammtheit aller Beobachtungen läßt sehen, daß die einfachen, so wie die zusammengesetzten Körper sich untereinander in einer gewissen Anzahl bestimmter Proportionen verbinden, welche nichts Dazwischenliegendes zulassen und unter sich einfache Beziehungen haben, wenigstens, wenn es sich von den Mineralien handelt. Man findet z. B., daß

100 Theile Sauerstoff verbunden sind mit	201,20	Schwefel (Unterschwefelsäure).
200	201,12	(Schwefelige Säure).
300	201,18	(Schwefelsäure).
100 Sauerstoff sich verbinden mit	395,69	Kupfer.
100	791,39	(zweimal 395,69).
200	395,68	
100 Schwefel sich verbinden mit	393,39	Kupfer.
200	393,38	
100 Kieselerde sich verbinden mit	184,99	Kalk.
200	184,98	
300	184,98	

d. h., daß eine bestimmte Menge der Basis oder das Doppelte dieser Menge sich mit einer bestimmten Menge elektro-negativer Körper, oder mit zweimal, dreimal so viel ꝛc. verbindet: diese Thatsache bestätigen alle Beobachtungen.

Benennung durch Atome. — Hinsichtlich dieser Thatsache drückt man sich auf eine für die Benennung und Vergleichung der verschiedenen Zusammensetzungen bequemere Weise aus. Anstatt in den oxydirten Zusammensetzungen die Zahl 100 als das Gewicht zu betrachten, das aus einer gewissen Anzahl von Sauerstofftheilchen hervorgeht, ist man darauf gekommen, sie als das Gewicht selbst von einem Theilchen zu betrachten, indem man zugleich die entsprechende Anzahl als das Gewicht eines Basistheilchen betrachtet. So sagt man: In den Verbindungen des Schwefels und Sauerstoffs findet man nach und nach 1 Theilchen Schwefel, dessen Gewicht 201,20 ist, mit 1, 2, 3 Theilchen Sauerstoff, dessen Gewicht 100 ist, verbunden. Eben so finden sich in den Kupferoxyden 1 Theilchen Kupfer, dessen Gewicht 395,69 beträgt, mit 1,2 Theilchen Sauerstoff, oder 2 Theilchen Kupfer mit 1 Theilchen Sauerstoff verbunden ꝛc.

Auf gleiche Weise könnte man die andern Verbindungen ausdrücken und sagen, daß ein Kupfertheilchen = 393,39 sich mit 1 oder 2 durch die Zahl 100 vorgestellten Schwefeltheilchen vereinigt findet; daß 1 durch die Zahl 184,99 gegebenes Kalktheilchen sich mit 1, 2, 3 ꝛc. durch die Zahl 100 gegebenen Kieselerdetheilchen sich verbinden, ꝛc. Da aber die Zahl 100 bereits als Ausdruck für das Gewicht des Sauerstofftheilchens angewandt wurde, so war es nicht mehr möglich, sie bei einem andern Körper zu gebrauchen; und nachdem man 395,69 als das Gewicht des Kupfertheilchens in den Oxyden angenommen hat, konnte man für die Schwefelverbindungen nicht eine andere Zahl 393,39 ꝛc. anwenden. Dadurch wurde man veranlaßt, für jeden Körper das Gewichtstheilchen festzustellen, indem man die im Sauerstoff als Ausdruck für die Vergleichung zugelassene Zahl 100 nimmt, wozu man durch die Kenntniß der Oxyde, Sulfüre und verschiedener anderer Verbindungen gelangt. *

Dies sind die Grundlagen dessen, was man die Theorie der Atome nennt, denn der Name Atom wurde den Benennungen von Theilchen, Molekül ꝛc., die man gleichfalls hätte wählen können, vorgezogen.

§. 108. **Atomische Umbildungen.** — In dieser Ausdrucksweise kann man ohne Schwierigkeit sämmtliche Combinationsarten angeben und namentlich sie miteinander vergleichen; vor Allem aber muß man die durch die Analyse gegebenen Gewichtsverhältnisse in Atomenverhältnisse umbilden.

Diese Umbildung geschieht dadurch, daß man das Gewicht jedes Bestandtheiles durch das entsprechende Atomgewicht dividirt und hierauf die Verhältnisse auf ihren einfacheren Ausdruck reduzirt. Man wird z. B. für die erstere der vorhergehenden Analysen, §. 106,

Schwefel	0,292
Kupfer	0,489
Blei	0,619

in den hiefür verfertigten Tabellen ** die Atomgewichte des Schwefels, Kupfers und Bleis (nämlich: 201,165, — 395,695, — 1294,498) finden, mit welchen man die entsprechenden Zahlen theilen wird; *** man findet hier die Zahlen:

$$\frac{0,292}{201,165} = 0,00095\,; \quad \frac{0,489}{395,695} = 0,00048\,; \quad \frac{0,619}{1294,478} = 0,00048$$

welche sich beinahe zu einander verhalten wie 2, 1 und 1. Der Körper findet sich demnach aus 2 Atomen Schwefel, 1 Atom Kupfer und 1 Atom Blei zusammengesetzt.

Die beiden andern gegebenen Analysen werden sich auf dieselbe Weise umbilden, und man wird haben:

	2. Analyse.			3. Analyse.		
	Gewicht.	Atomverhältniß.		Gewicht.	Atom-verhältniß.	
Schwefel	0,162	0,00068	ob. 2 Atomen.	0,473	0,00086	ob. 3 At.
Kupfer	0,318	0,0008	2 At.	0,455	0,00116	4 At.
Blei	0,520	0,0004	1 At.	0,372	0,00029	1 At.

* Würde man keine Kupferoxyde kennen, so könnte man das Gewicht eines Theilchens von diesem Körper durch die Schwefelverbindungen finden. Wüßte man z. B., daß eine Schwefelverbindung auf 100 Schwefel und 393,39 Kupfer besteht, so würde man daraus folgern, daß das Gewicht des Schwefeltheilchens durch 201,16, einen mittlern Ausdruck, gegeben worden sei; wenn wir also die Proportion: $100 : 393{,}38 = 201{,}16 : x$ setzen, so wird der vierte Ausdruck das Gewicht des gesuchten Theilchens oder 791,54 sein. Würden wir andere Zusammensetzungen kennen, so wüßten wir noch nicht, ob dieses Gewicht ein einziges Theilchen, oder zwei, drei u. s. w. vorstelle, so daß man entweder 791,54 oder die Hälfte 395,77 oder u. s. w. annehmen könnte. Es ist klar, daß man in dieser Hinsicht nur noch langer Zeit und durch die Gesammtheit aller Thatsachen, die sich auf einen Körper beziehen, zur Gewißheit gelangen kann.

** Siehe am Ende dieses Artikels die Tabelle, welche die gewöhnlichsten Substanzen enthält.

*** Die durch die Analyse gegebenen Gewichte zeigen an, daß es für jeden der drei Körper gewisse Atomzahlen n, n', n'' gibt, deren Verhältnisse 0,192 ; 0,489 ; 0,619 sind; d. h. daß man hat: $0{,}192 : 0{,}489 : 0{,}619 = n\,(201{,}165) : n'\,(395{,}695) : n''$ **(1294,478)**

oder $\frac{0{,}192}{201{,}165} : \frac{0{,}489}{395{,}695} : \frac{0{,}619}{1294{,}478} = n : n' : n''$

so daß die Quotienten die Beziehungen zwischen n, n', n'' geben.

Eben so leicht werden die Analysen oxydirter Körper umzubilden sein. Kennt man z. B. das Atomgewicht der Kieselerde = 577,478, der Thonerde = 642,334 und des Kalkes = 356,019, so wird man für folgende Zusammensetzungen finden:

4. Analyse.			5. Analyse.		
Gewicht.	Atomverhältnisse.		Gewicht.	Atomverhältnisse.	
Kieselerde 0,403	0,00070 od.	2 Atome.	0,424	0,00074 od.	3 At.
Thonerde 0,225	0,00035	1 At.	0,314	0,00049	2 At.
Kalk 0,372	0,00104	3 At.	0,262	0,00073	3 At.

Man könnte nun die fünf vorhergehenden Zusammensetzungen, wie folgt, ausdrücken, indem man die Atomzahlen als Exponenten über die Namen der zusammensetzenden Stoffe setzt:

1) Schwefel^2, Kupfer^1, Blei^1, oder abgekürzt S^2, Cu^1, Pb^1
2) Schwefel^2, Kupfer^2, Blei^1 . . . . . S^2, Cu^2, Pb^1
3) Schwefel^3, Kupfer^3, Blei^1 . . . . . S^3, Cu^3, Pb^1
4) Kieselerde^2, Thonerde^1, Kalk^3 . . . . . Si^2, Al^1, Ca^3
5) Kieselerde^3, Thonerde^2, Kalk^3 . . . . . Si^3, Al^2, Ca^3

Es ist jetzt leicht, diese Körper mit einander zu vergleichen, ihre Unterschiede deutlich auszudrücken und sich eine klare Vorstellung von ihnen zu machen.

§. 109. **Zeichen für die Zusammensetzungen.** — Um die Zusammensetzung der Körper leichter zu bezeichnen, nimmt man die Anfangsbuchstaben der Namen, anstatt des ganzen Wortes, beinahe wie wir es vorhin durch Abkürzung thaten, nur aber mit einigen Abänderungen, bezüglich der Einzelnheiten: man nimmt dazu beinahe einstimmig die lateinischen Namen; nämlich:

Al. Aluminium (Thonerde).	Mn. Manganium (Mangan).
Ag. Argentum (Silber).	Mo. Molybdänum (Molybdän)
As. Arsenicum (Arsenik).	Na. Natrium.
Au. Aurum (Gold).	Ni. Niccolum (Nickel).
Az. Azotum oder N. Nitrieum (Stickstoff).	Os. Osmium.
	O. Oxygenium (Sauerstoff).
Ba. Barytum.	Pd. Palladium.
Be. Berillum od. Gl. Glucinium.	Ph. Phosphorus (Phosphor).
Bi. Bismuthicum (Wismuth).	Pl. od. Pt. Platinum (Platin).
B. oder Bo. Boron (Bor).	Pb. Plumbum (Blei).
Br. Bromium (Brom).	R. Rhodium.
Ca. Calcium (Kalk).	Se. Selenium (Selen).
Cd. Cadmium.	Si. Silicium.
C. Carbonium (Kohlenstoff).	Sn. Stannum (Zinn).
Ce Cerium.	Sb. Stibium (Antimon).
Ch. Chlor oder Cl. (Chlor).	Sr. Strontium.
Cr. Chromium (Chrom).	S. od. Su. Sulphur (Schwefel).
Co. Cobaltum (Kobalt).	Ta. Tantalium (Tantal).
Cu. Cuprum (Kupfer).	Te. Tellurium (Tellur).
Fe. Ferrum (Eisen).	Th. Thorium.
Fl. Fluor (Fluor).	Ti. Titanium (Titan).
Hg. Hydrargyrum (Quecksilber).	Tu. Thungstenium od. W. Wolframium (Wolfram).
Hy. od. H. Hydrogenium (Wasserstoff).	U. Uranium (Uran).
I. Iodicum (Jod).	Vn. Vanadium (Wanadin).
Ir. Iridium	Y. Yttrium
K. Kalium.	Zn. Zancum (Zink).
L. Lithium.	Zr. Zirconium
Mg. Magnesium.	

Um eine Verbindung zu bezeichnen, schreibt man die Zeichen der dieselbe bildenden Körper neben einander, und um die Atomzahlen anzugeben, schreibt man die Zahlen als Exponente, wobei man, wie in der Algebra, den Exponent 1 unterdrückt. So zeigt z. B. Fe S die Verbindung eines Atoms Eisen und eines Atoms Schwefel an, und Fe Cu S^2 ein Atom Eisen, ein Atom Kupfer und 2 Atome Schwefel. Eben so leicht wird man die Formeln Fe^2 Cu S, Fe^3 Cu^2 S^5 zc. verstehen.

In der Combination von drei oder mehr Elementen kann man die Formel auf mehrere Arten schreiben. So kann man anstatt der Formel Fe Cu S^2 das elektro-negative Element beiden Körpern zutheilen und Fe S, Cu S sagen; man schreibt alsdann Fe S + Cu S.

Eben so läßt sich Fe^2 Cu S^3 auch als Fe^2 S^2 + Cu S schreiben, Fe^3 Cu^2 S^5 als Fe^3 S^3 + Cu^2 S^2 zc. In diesem Falle aber verwandeln sich die gleichartigen Exponenten in Coefficienten, und man schreibt alsdann

2 Fe S + Cu S, 3 Fe S + 2 Cu S.

Diese Schreibart beruht theoretisch auf dem Umstand, daß die Tripelverbindungen unserer Laboratorien gewöhnlich das Resultat der Verbindung zweier binärer Zusammensetzungen ist.

Auch für die Oxyde könnte man ihre Zusammensetzung schreiben. So würden z. B. Ca O, Si O^3 zc. Verbindungen von 1 Atom Calcium und 1 Atom Sauerstoff, von 1 Atom Silicium und 3 Atom Sauerstoff anzeigen zc.; da aber diese Körper sehr zahlreich sind, so ist man zur Vermeidung einer großen Zusammengesetztheit in den Zusammensetzungen (zusammengesetzte Körper) übereingekommen, das Zeichen für den Sauerstoff zu unterdrücken und es durch Punkte zu ersetzen, die man über den Buchstaben in gleicher Anzahl, als Sauerstoffatome vorhanden sind, schreibt.

Demnach schreibt man Ca, Si, anstatt Ca O, Si O^3; ebenso Ca Si, anstatt Ca O + Si O^3 zc.

Wenn die Basis für zwei Atomen in das Oxyd eintritt, so ist man allgemein übereingekommen, daß man durch den Buchstaben einen horizontalen Strich macht. Man schreibt z. B. Fe, Cu zc. anstatt Fe^2 O^3. Cu^2 O, zc. Jedoch ließ die Schwierigkeit, diese querdurchstrichenen Buchstaben zu bekommen, die Zuflucht auch zu andern Mitteln nehmen: man hat nämlich einen Strich unter die Buchstaben gemacht, wie bei Fe, Cu; endlich hat man auch Zahlen oder Primen als Zeichen genommen, wie z. B. bei den Formeln Fe_2, Cu_2 oder Fe,, $Cu_{,,}$. Dieses letztere Mittel ist vielleicht den andern vorzuziehen.

Da auch die Schwefelverbindungen (Sulfüre) häufig und oft sehr zusammengesetzt sind, so ist man auf die Idee gekommen, die Schwefelatome durch Komma vorzustellen, die man über die Basis setzt. So schreibt man Pb, Fe, Sb, zc. anstatt Pb S, Fe S^2, Sb S^3 zc.

Nach diesen Bezeichnungsarten wird man die fünf Analysen, die wir als Beispiele von den Umbildungen nahmen, wie folgt, schreiben müssen:

1) Cu Pb S^2, oder Cu S + Pb S, od. auch Cu Pb.
2) Cu^2 Pb S^2, — Cu^2S + Pb S, — Cu Pb.
3) Cu^4 Pb S^3, — $2Cu^2S$ + Pb S, — Cu^2Pb.
4) Ca^3 Al^2 Si^2, — Ca^3Si + $2Al$ Si
5) Ca^3 Al^2 Si^3, — Ca^3Si + $2Al$ Si.

Die Theilung der eine Zusammensetzung bildenden Theile macht hier gar keine Schwierigkeit mehr für die Benennung und Vergleichung.

§. 110. **Ein weiteres Gesetz für die oxydirten Körper (Oxyde).** — Es besteht in Beziehung auf die Combination der oxydirten Körper ein anderes Gesetz, demzufolge man gleichfalls zu einer leichten Vergleichung der Analysen gelangen kann. Dieses Gesetz besteht darin, daß die Sauerstoffmenge eines der Bestandtheile im Allgemeinen ein Vielfaches oder nur ein Theil von der Sauerstoffmenge des andern Theils ist. Man sucht demnach, welches die Sauerstoffmengen eines jeden der Körper ist, deren Quantitäten man in der Analyse bestimmt hat, worauf aus Beziehungen sich ergeben, welche man auf ihren einfachsten Ausdruck zurückführt. Die Analysen der Silikate, welche wir schon oben berechneten, geben also: *

	Sauerstoff.	Verh.		Sauerstoff.	Verh.
Kieselerde 0,403	0,209	2	Kieselerde 0,424	0,220	3
Thonerde 0,225	0,105	1	Thonerde 0,314	0,146	2
Kalk 0,372	0,104	1	Kalk 0,262	0,073	1

* Wenn man die am Ende des Artikels befindliche Tabelle zu Rathe zieht, so findet man, daß 100 Theile Kieselerde 54,35 Sauerstoff enthalten. Um den Sauerstoff zu erhalten, welchen 0,403 Kieselerde einschließen, setzt man die Proportion an: 100 : 54 = 0,403 : x = 0,209, auf gleiche Weise berechnet man ihn für die andern Körper, wenn man ihre Zusammensetzung sucht.

Die Zahlen 2, 1 und 1, oder auch 3, 2 und 1 sind also relative Sauerstoffgewichte, welche die Körper, auf die sie sich beziehen, sehr gut charakterisiren können.

Mineralogische Zeichen. — Man wendet gleichfalls Zeichen an, um diese Arten von Beziehungen zu bezeichnen; doch bedient man sich alsdann der Cursivschrift, um anzuzeigen, daß die Elemente oxydirt sind, und schreibt *Al*, *Ca*, *Si*, ꝛc., anstatt Äl, Ca, Si ꝛc. Wenn sich zwei Oxyde von einem gleichen Körper vorfinden, so wendet man die Anfangsbuchstaben bei dem Oxyd und die einfachen der Cursivschrift beim Oxydul an. Z. B. *Fe* und *fe*, *Mn* und *mn*, ꝛc. sind dasselbe wie Fe, Fe, Mn, Mn, ꝛc. Das Wasser wird allgemein durch Aq bezeichnet, welches gleichbedeutend mit H^2O oder H ist.

Es können demnach unsere Verbindungen auch so geschrieben werden:

Ca Al Si^2, oder auch durch Vertheilung *Ca Si* + *Al Si*.
Ca Al^2 *Si*^{3}, — *Ca Si* + 2 *Al Si*

Diese Bezeichnungen, die noch einfacher als die vorhergehenden sind, wurden **mineralogische Zeichen** genannt, weil die meisten aus Oxyden zusammengesetzten Mineral-Substanzen auf diese Weise angegeben werden können. Als Gegensatz davon wurden die andern Zeichen **chemische Zeichen** genannt, weil sie zugleich alle chemischen Beziehungen anzeigen.

§. 111. Uebergang von einem Zeichen zum andern. — Nichts ist leichter, als von einer dieser Bezeichnungen zur andern überzugehen: nämlich:

1) **Uebergehen von einem chemischen Zeichen zu einem mineralogischen.** Man braucht nur die Punkte zu zählen, die den Sauerstoff angeben, und sie mit den Exponenten und Coefficienten zu multipliziren.

Es sei z. B. 2 Ca Si + Äl Si^3, so ist der erste ein mit $Ca^2\,Si^2$ equivalenter Ausdruck, und der Sauerstoff des Kalkes verhält sich zum Sauerstoff der Kieselerde wie 2 zu 6. Man wird nun in der mineralogischen Bezeichnung $Ca^2\,Si^6$ oder $2\,Ca\,Si^3$ schreiben. Im zweiten Ausdrucke verhält sich der Sauerstoff der Thonerde zum Sauerstoff der Kieselerde, wie 3 zu 9; man kann also $Al^3\,Si^9$ oder *Al Si*^{3} schreiben; die Totalformel ist folglich: 2 *Ca Si*^{3} *Al Si*^{3}.

2) **Uebergehen von dem mineralogischen Zeichen zum chemischen.** Es genügt, wenn man zuerst das chemische Zeichen jedes der zusammengesetzten Oxyde in der angegebenen Ordnung schreibt, hierauf durch die Coefficienten und Exponenten die relativen Sauerstoffmengen, wie sie durch die mineralogische Formel angegeben sind, wiederherstellt.

Man habe *Ca Si* + 3 *Al Si*; zuerst wird man die Formel Ca Si, Al Si schreiben. Es zeigt jetzt *Ca Si* eine Gleichheit in den Sauerstoffmengen der beiden Oxyde an, und um es zu sagen, reicht es hin,*das man in dem Ausdrucke Ca Si den Exponent 3 dem Zeichen des Kalkes beisetzt, indem man Ca^3 Si schreibt. Der zweite Ausdruck 3 *Al Si* ist das nämliche wie $Al^3\,Si^9$, und man muß den gleichen Exponenten an Äl Si setzen, d. h. man muß Äl^3 Si^3 oder 3 Äl Si schreiben; die Totalformel ist also:

$$Ca^3\,Si + 3\,Äl\,Si.$$

§. 112. Rückblick auf die isomorphen Körper. — Man wird jetzt den Isomorphismus, von dem wir §. 45 sprachen, besser verstehen: er besteht darin, daß die Zusammensetzungen von der gleichen Formel, die ein und dasselbe elektro-negative Element mit gewissen verschiedenen elektro-positiven Elementen einschließen, Formen zeigen, die, wenn sie nicht immer identisch, wenigstens gleichartig sind. So sind z. B. die Sulfüre Pb S, Ag S, Zn S, ꝛc. ungeachtet der Verschiedenheit der Basen isomorph und haben unter sich die größten Analogien; eben so verhält es sich mit den schwefelsauren Salzen *Pb S*^{3}, *Ba S*^{3}, *Sr S*^{3}, ꝛc., ferner mit den kohlensauren Salzen *mn C*^{2}, *Ma C*^{2}, ꝛc., und mit sehr vielen andern Substanzen. Man schließt daraus, daß gewisse Basen an und für sich selbst isomorph sind, und man muß dies ebenfalls von gewissen elektro-negativen Körpern sagen, wie der Schwefel und das Selen, oder auch das Chlor, Jod, Fluor ꝛc. Die isomorphen Oxyde sind im Allgemeinen diejenigen, welche die nämlichen Atomenverhältnisse zeigen; so ist die Thonerde Äl, das Eisenoxyd Fe, das Manganoxyd Mn, das Chromoxyd Cr isomorph. Die Oxyde Ca, Fe, Mn, Ma, ꝛc. sind gleichfalls isomorph. Doch dürfte man daraus nicht a priori schließen, daß alles, was die gleiche Formel hat, auch isomorph sei; man muß in dieser Hinsicht die Erfahrung zu Rathe ziehen; denn es ist eine anerkannte Sache, daß Ka, Na, Li nicht mit Ca, Fe, ꝛc., welche die gleiche Formel haben, isomorph ist.

Diskussion der Analysen.

§. 113. Nothwendigkeit derselben. — Es ist nicht immer der Fall, daß die Analysen der Mineralsubstanzen sich sowohl in Hinsicht der atomischen Beziehungen als in Hinsicht der Beziehungen der Sauerstoffmengen eben so leicht umbilden lassen, als diejenigen, die wir vorhin gewählt haben. Man erhält im Gegentheil häufig auch dem einen oder andern Stoff nur Zahlen, die man nicht vereinfachen kann, was davon herrührt, daß die Mineralsubstanzen selten allein krystallisiren und alsdann die eine Substanz eine gewisse Menge von einer andern sich aneignete. Dies ist auch in der That in unsern Laboratorien der Fall, wenn sich mehrere Salze beisammen in der Auflösung finden.

Es sind jene Mengungen, welche die Proportionen gleichfam verbergen, weßwegen man sie in den zusammengesetzten Verbindungen, welche die Natur darbieten kann, von einander zu scheiden suchen muß. Diesen Vorgang nenne ich **Diskussion der Analyse, d. h. Trennung von dem, was dem Körper eigen gehört, und von dem, was Fremdartiges daran ist.**

Grundlagen der Diskussion und Anwendung. — Die Beobachtungen, die man in den Laboratorien macht, lassen uns zwei Mischungsarten erkennen, wovon sich die einen in allen Proportionen, die andern dagegen in ziemlich kleiner Menge bilden.

1) Die Mischungen, die in allen Proportionen geschehen, haben eine gleiche Formel für ihre Zusammensetzung, obgleich sie verschiedene Basen haben können. Wenn man z. B. in der gleichen Auflösung die Alaunarten mit Basen von Thonerde und Kali, von Thonerde und Ammoniak, von Eisenoxyd und Kali, von Chromoxyd (*cr*) und Kali ꝛc. zusammenbringt, so mischen sie sich während der Krystallisation auf alle Arten, und zwar so, daß es keinen Krystall mehr gibt, welcher nicht alle diese Alaunarten und beinahe wie die Auflösung selbst einschlösse. Jeder Krystall zeigt alsdann die Zusammensetzung $3\,Al\,S^3 + K\,S^3 + 24\,Aq$, welche die des gemeinen Alauns ist, mit einer mehr oder minder größeren Menge von

$$3\,Fe\,S^3 + K\,S^3 + 24\,Aq.$$
$$3\,cr\,S^3 + K\,S^3 + 24\,Aq.$$

was man allgemein unter der Form

$$3\,(Al, Fe, cr, \text{ꝛc.})\,S^3 + K\,S^3\,24\,Aq.$$

geben kann, indem man die analogen Basen in

Parenthesen einschließt, und jede derselben unbestimmt läßt; d. h. daß alsdann die Summe der in diesen Basen enthaltenen Sauerstoffmengen sich zu der in der Säure enthaltenen Sauerstoffmenge verhält, wie 1 zu 3.

Ein Beispiel von einer natürlichen Mischung. — In der Natur findet genau das nämliche statt, und vereinigt man die Sauerstoffmenge der verschiedenen analogen Basen, so findet man regelmäßige Formeln da, wo man nichts anderes sehen konnte. Es bietet nichts Befriedigendes z. B. die folgende Analyse:

	Gewicht.	Sauerstoff.	Partialsummen.	Verh.
Kieselerde	0,395	0,205	0,205	2
Thonerde	0,149	0,069	0,101	1
Fe	0,104	0,032		
Ca	0,118	0,033		
Mn	0,101	0,039	0,102	1
fe	0,092	0,021		
mn	0,040	0,009		
	0,999			

dar, wenn man die Sauerstoffmengen mit einander zu vergleichen sucht; vereinigt man aber einerseits die Thonerde und das Eisenoxyd, welche sich in den Zusammensetzungen gegenseitig ersetzen können, und anderseits das Eisen- und Manganoxydul, den Kalk, die Magnesia, die sich gleichfalls ersetzen, so stehen die Sauerstoffsummen unter sich und zu dem Sauerstoff der Kieselerde in einfachen Verhältnissen, so daß man die Zahlen 1, 1 und 2 für diese letztern hat; daher ist die Formel dieser complizirten Substanz (*Ma*, *Ca*, *mn*, *fe*) (*Fe*, *Al*) Si^2, d. h. diese Substanz ist ein Gemisch aus verschiedenen Substanzen von der nämlichen Formel, nämlich aus *Ma Al* Si^2, *Ca Fe* Si^2, *Ca Al* Si^2, *fe Al* Si^2 und *mn Al* Si^2.

Man kann auch die relativen Mengen jedes dieser Körper als Gewichte berechnen. Zu diesem Zwecke setzt man zuerst einen jeden durch Sauerstoffmengen theoretisch zusammen und sucht hierauf nach diesen Quantitäten die der entsprechenden Substanzen. Man wird z. B. nehmen:

	Sauerstoff.			
Ma	0,093 entspr. dem	Magnesia der Analyse	0,101	
Al	0,039	— Thonerde	0,086	0,337
Si^2	0,078	— Kieselerde	0,150	
Ca	0,032	— Kalk	0,114	
Fe	0,032	— Eisenoxyd der Analyse	0,104	0,341
Si^2	0,064	— Kieselerde	0,123	
Rest von *Ca*	0,001	— Kalk	0,004	
Al	0,001	— Thonerde	0,002	0,010
Si^2	0,002	— Kieselerde	0,004	
fe	0,021	— Eisenoxydul	0,092	
Al	0,021	— Thonerde	0,045	0,218
Si^2	0,042	— Kieselerde	0,081	
mn	0,008	— Manganoxydul	0,036	
Rest von *Al*	0,008	— Thonerde	0,015	0,082
Si^2	0,016	— Kieselerde	0,031	
Rest von *mn*	0,001	— Manganoxydul	0,004	
Rest von Si^2	0,003	= *mn* Si^2? Kieselerde	0,006	0,010

Um diese Berechnungen zu machen, muß man sich der Tabelle bedienen, welche die Zusammensetzungen der Oxyde enthält. Findet man z. B., daß 100 Theile Magnesia 38,71 Theile Sauerstoff enthalten, so wird man für die erstere Substanz haben:

$$38{,}71 : 100 = 0{,}039 : x = 0{,}101.$$

Eben so wird man für alle andern Berechnungen von derselben Art haben:

Demzufolge besteht der Körper aus . . .
- *Ma Al* Si^2 . . . 0,337
- *Ca Fe* Si^2 oder Melanit . . . 0,341
- *Ca Al* Si^2 oder Grossular . . . 0,010
- *fe Al* Si^2 oder Almandin . . . 0,218
- *mn Al* Si^2 . . . 0,082
- *mn* Si^2 . . . 0,010

} 0,998

2) **Die Mischungen in kleinen Quantitäten finden besonders unter den heterogenen Substanzen Statt.** Wenn sich in unsern Laboratorien mehrere Salze von verschiedenen Formeln in einer und derselben Auflösung finden, so ist es ein seltener Fall, daß sich eines niederschlägt, ohne einen kleinen Theil von den einen oder andern mit sich fortzureißen. Krystallisiren Salze in einer breiartigen Substanz, so führen sie gleichfalls einen Theil, und manchmal einen sehr beträchtlichen, mit sich fort.

Offenbar muß das Gleiche auch in der Natur stattgefunden haben, und kann alsdann die Analyse der Mineralien, indem sie uns die Oxyde, welche verschiedenen Substanzen angehören, in Blöcken darbieten, nicht mehr die angegebenen einfachen Verhältnisse darbieten. Daraus erklären sich eine Menge scheinbarer Anomalien.

Zur Diskussion der Analysen in diesen Mischungsfällen muß man sich durch den Besuch der Fundorte oder durch die Untersuchung der ganzen Reihe an diesen Oertern gesammelten Musterstücken die Kenntniß der Substanzen verschaffen, die miteinander krystallisiren und daher sich mischen konnten. Man muß die Zusammensetzung aller dieser Substanzen kennen, daraus die Formeln, wenigstens annäherungsweise, zu bilden, um alsdann alle Resultate gleichsam zu scheiden und endlich zu den wahren Formeln zu gelangen.

Ein Beispiel von einer natürlichen Mischung. — Wenn die gemischten Substanzen verschiedene Basen einschließen, so kann man dieselben immer ganz leicht ausstehen. Weiß man z. B. daß eine Substanz, deren gewöhnliche Formel *Ca Ma*^{3} Si^2 ist, in der nämlichen Zeit krystallisirte, wie eine andere *Ca Al* Si^2, so wird nachstehende Analyse leicht auf die wahre Formel zurückgeführt werden können, welche man anfangs unmöglich bilden konnte:

	Sauerstoff.
Kieselerde	0,582 0,302
Thonerde	0,024 0,011
Kalk	0,151 0,042
Magnesia	0,241 0,093

Da in der That hier die Thonerde 0,011 Sauerstoff enthält, so wird man die Zusammensetzung *Ca Al* Si^2 über diese Basis bilden, nämlich:

Sauerstoff.			Verh.
Al 0,011 und es wird an Sauerstoff der Kieselerde bleiben		0,289	9
Ca 0,011	—	— Kalk . . .	0,031 3
Si^2 0,022	—	— Magnesia . . .	0,093 1

Man sieht, daß diese Sauerstoffüberreste genau in der Beziehung stehen, welche die erste Formel bildet. Man wird, wie oben, rechnen, wenn man die entsprechenden Gewichte will.

Ein anderes Beispiel. — Etwas Schwierigeres bietet die Diskussion dem Anschein nach dar, wenn die gemischten Substanzen aus denselben Elementen in verschiedenen Proportionen gebildet sind, wie z. B. *Ca Si* und *Ca* Si^2; doch bemerkt man bald, daß es sich hier nur von einer Theilung der gegebenen Mengen, eine jede in mehrere andere, handelt, und so, daß die Theile der einen Zahl gegebene Beziehungen zu den Theilen der andern haben. Dies ist alsdann eine der einfachsten algebraischen Aufgaben.

Die Analyse sei { Kieselerde 0,497 welche 0,258 Sauerstoff enthält, Kalk 0,502 — 0,141 — —

die man als ein Gemisch von *Ca Si* und *Ca* Si^2 annimmt. Es handelt sich darum, daß man jede der Zahlen 0,258 und 0,141 in zwei andere theilt, nämlich die erste in x und y, die zweite in x, und y', so daß sich x zu x' verhält wie 1 zu 1 (nach der Formel *Ca Si*), und daß $y : y' = 1 : \frac{1}{2}$ (nach der Formel *Ca* Si^2).

Man wird also auf der einen Seite haben $x + y = 0{,}258$, und auf der andern $x' + y'$ oder $x + \frac{1}{2}y = 0{,}141$. Aus diesen beiden Gleichungen in x und y erhält man:

$x = 0{,}024$ Sauerstoff der Kieselerde
$x' = x = 0{,}024$ Sauerstoff des Kalkes
} in der Formel *Ca Si*

$y = 0{,}234$ Sauerstoff der Kieselerde
$y' = \frac{1}{2}y = 0{,}117$ Sauerstoff des Kalkes
} in der Formel *Ca* Si^2

Die entsprechenden Gewichte der Kieselerde und des Kalkes wird man wie oben berechnen.

Tabelle,

enthaltend die Atomgewichte und die nützlichsten Zusammensetzungen.

Namen.	Atomgewichte.	Zeichen	Zusammensetzung. Elektronegative Körper.		Elektropositive Körper.		
Antimon.	806,452	Sb					
Arsenik.	470,042	As					
Baryt.	956,880	Ba	Sauerstoff	10,45	Ba	89,55	
Blei.	1294,498	Pb					
Bleioxyd.	1394,498	Pb O	Sauerst.	7,171	Pl	92,829	
Borsäure.	871,966	Bo	Sauerst.	68,81	Bo	31,19	
Chlor.	221,325	Cl Ch					
Chlorsilber.	1579,932	Ag Cl	Cl	24,67	Ag	75,32	
Eisen	339,213	Fe					
Eisenoxyd.	978,426	Fe O	Sauerst.	30,66	Fe	69,34	
Eisenoxydul.	439,212	Fe O	Sauerst.	22,77	Fe	77,23	
Fluor.	116,900	Fl					
Kali.	589,916	K	Sauerst.	16,95	K	83,05	
Kalk.	356,019	Ca O	Sauerst.	28,09	Ca	71,92	
Kieselerde.	577,478	Si O	Sauerst.	51,95	Si	48,05	
Kobalt.	368,991	Co					
Kobaltoxydul.	468,991	Co O	Sauerst.	21,32	Co	78,68	
Kohle.	75,005	C					
Kohlensäure.	275,005	C O²	Sauerst.	72,726	C	27,274	
Kohlensaurer Kalk.	631,024	Ca C O³	C O²	43,58	C	56,42	
Kupfer.	395,695	Cu					
Kupferoxyd.	495,693	Cu O	Sauerst.	20,17	Cu	79,83	
Lithion.	127,757	Li O	Sauerst.	43,91	Li	56,09	
Manganoxyd.	1011,574	Mn O²	Sauerst.	29,66	Mn	70,34	
Manganoxydul.	455,78	Mn O	Sauerst.	21,94	Mn	78,06	
Manganfuperoxyd.	555,787	Mn O³	Sauerst.	35,99	Mn	64,01	
Magnesia.	258,353	Ma O	Sauerst.	38,71	Ma	61,29	
Natron.	589,916	K O	Sauerst.	16,95	K	83,05	
Nickel.	369,675	Ni O					
Phosphorsäure.	892,310	Ph O⁵	Sauerst.	56,03	Ph	43,97	
Quecksilber.	1265,822	Hg O					
Salpetersäure.	677,030	N O⁵	Sauerst.	73,852	Az	26,148	
Schwefel.	201,165	S O					
Schwefelsäure.	501,165	S O³	Sauerst.	59,86	S	40,14	
Schwefelsf. Baryt.	1458,045	Ba S O⁴	S O³	34,37	Ba	65,63	
Schwefelsf. Blei.	1895,663	Pb S O⁴	S O³	26,44	Pb	73,56	
Silber.	1351,607	Ag O					
Strontian.	647,285	St O	Sauerst.	15,45	St	84,55	
Thonerde.	642,334	Al O³	Sauerst.	46,71	Al	53,29	
Waffer.	112,479	H O	Sauerst.	88,90	H	11,10	
Waffersfoff.	6,229	H					
Wismuth.	1330,376	Bi					
Zink.	403,226	Zn					
Zinkoxyd.	503,226	Zn O	Sauerst.	19,87	Zn	80,13	
Zinnoxyd.	935,294	Sn O²	Sauerst.	21,33	Sn	78,67	

Eintheilung der Mineralien.

§. 114. Erklärung und Gegenstand der Klassifikationen. — Das Wort Eintheilung oder Klassifikation dehnt sich auf jede Art von Anordnung aus, die man zwischen einer gewissen Anzahl Körper treffen kann, sei es, um jeden derselben mitten aus den andern leicht herausfinden zu können, sei es, um die Aehnlichkeiten (Analogien) oder Unterschiede, welche sie unter einander zeigen, hervortreten zu lassen.

Wenn man bloß das Aufsuchen der Körper, wie die Bücher in einer Bibliothek, zum Zwecke hat, so kann die Klassifikation irgend welche sein, und es gibt hier unendlich viele Verfahrungsarten, die alle gleich gut sein können, wenn man nur sorgfältig genug ist. Man kann z. B. auf jeden Körper ein Unterscheidungszeichen setzen, das man dann in einem Katalog bezeichnen wird, oder kann man sich des einen oder andern der hervorstechendsten Zeichen bedienen, welche die Körper selbst darbieten können, z. B. die Größe, Form, Farbe ꝛc.

Wenn es sich darum handelt, die Aehnlichkeiten (Analogien) oder die Unterschiede der Körper hervorstechen zu lassen, so gibt es nur eine einzige anwendbare, eine einzige geeignete Eintheilungsweise, die aus einer möglichst vollständigen Vergleichung aller dieser Körper hervorgeht. Die Anordnung wird um so vollkommener sein, als die Vergleichung auf einer größern Anzahl von Punkten gemacht wird, und wird sich in dem Maße vervollkommnen, als man neue Mittel für die Vergleichung finden und als man besser den Grad der Wichtigkeit der verschiedenen Beziehungen — d. h. derjenigen, die man sorgfältig beobachten muß und solche, die man ohne Nachtheil vernachlässigen kann, kennen wird.

§. 115. Natürliche Eintheilung. — Offenbar muß man für die Naturgeschichte diese letztere Klassifikation wählen, welche stets die Analogien und Unterschiede gibt, und deren Zweck eine genaue Beiordnung der Resultate der Erforschungen sind, welchen sich so viele berühmte Männer hingaben. Sie ist gegenwärtig überall angenommen und mit dem Namen natürliche Eintheilung oder natürliche Methode bezeichnet, als Gegensatz zu allen willkürlichen Eintheilungsarten, die man alsdann künstliche Methoden nannte, und die ehemals ausgedacht wurden, um die Unterscheidung und das Erkennen der verschiedenen Wesen nach einigen auffallenden Zeichen, die sie an sich tragen, zu erleichtern.

Abtheilungen. — Jede Klassifikation läßt Abtheilungen und Unterabtheilungen zu, mit deren Hülfe man von der Gesammtheit, von der Totalsammlung auf jeden einzelnen Körper gelangt. Hiezu ist die natürliche Eintheilung, wie jede andere geeignet; zuerst gibt sie einige große Gruppen, auf Analogien gegründet, die sehr vielen Wesen zukommen, hierauf gibt sie in jeder dieser großen Gruppen durch Analogien, die allmählig einer kleinern Anzahl angehören, Abtheilungen und Unterabtheilungen, bis man endlich an ein Einzelnwesen, Individuum, d. h. an ein Wesen kommt, von dem zwar noch verschiedene Exemplare existiren können, unter denen man aber keine bedeutenden Unterschiede mehr aufzufinden vermag. Auf diese Weise theilt sich also die ganze Naturgeschichte in drei Reiche (Thierreich, Pflanzenreich und Mineralreich), jedes Reich in Hauptabtheilungen und Klassen, jede Klasse in Ordnungen, jede Ordnung in Familien und Zünfte, jede Familie in Gattungen, und jede Gattung in Arten.

Allgemein definirt man die Art als die Gesammtheit ähnlicher Individuen, oder als die Gesammtheit der Individuen, die unter sich eine größere Aehnlichkeit (mehr Analogien) zeigen, als mit allen andern.

Die Gattung ist die Vereinigung der Arten, die unter sich mehr Analogien von jeder Beschaffenheit zeigen, als mit allen andern.

Die Zünfte, die Familien ꝛc. sind allmählige Vereinigungen von Gattungen, Zünften ꝛc., die unter sich ähnlicher sind, als allen übrigen.

§. 116. Mittel zur Vergleichung der unbelebten Körper. — Um die unbelebten Körper in der Ordnung der Analogien oder Aehnlichkeiten zu klassifiziren, muß man sie sorgfältig mit einander vergleichen, was durch die verschiedenen physikalischen und chemischen Eigenschaften, die wir bereits kennen

gelernt haben, geschieht. Diese Eigenschaften sind aber nicht alle geeignet, Aehnlichkeiten und Unterschiede von gleicher Wichtigkeit zu geben. Von sehr geringer Bedeutung würde z. B. die Aehnlichkeit oder Unähnlichkeit sein, die aus dem erdigen Zustand genommen würde, in welchem, so zu sagen, alle Substanzen sich zeigen können; auch würde die Farbe nicht viel heißen, wofern sie nicht an das Wesen der Körper selbst gebunden wäre, denn man weiß, daß ein gleicher Körper auf alle Arten gefärbt sein kann. Man muß also in den verschiedenen Eigenschaften eine Wahl treffen, um Vergleichungen herzustellen, die ein wichtiges Resultat zulassen.

Man hat sich nur an die verschiedenen Einzelnheiten zu erinnern, die wir bereits gegeben haben, um zu sehen, daß die wirklich wichtigen Eigenschaften zur Vergleichung der leblosen Körper die Krystallformen, die Spaltung derselben, die Erscheinungen der einfachen und doppelten Strahlenbrechung, die Polarisation durch Refraktion, der elastische Zustand, die Härte, das specifische Gewicht und die chemische Zusammensetzung sind. Unter den übrigen Eigenschaften sind die einen zufällig und daher für die Vergleichung unnütz, und die andern entweder veränderlich nach den Gesetzen, die wir kennen, oder auf allzu wenige Körper anwendbar.

Bemerken wir auch, daß die unbelebten Körper häufig der regelmäßigen Formen entbehren und nur durch Zusammenhäufung entstandene Strukturen darbieten; daß sie oft undurchsichtig sind, und daß man daher keine Refraktion daran beobachten kann, daß sie angelaufen oder matt sind, und alsdann ihr Polarisationsvermögen unbekannt bleibt. Es geht daraus hervor, daß die chemische Zusammensetzung nach einer vorläufigen Diskussion der Analysen das einzige mögliche Vergleichungsmittel und daß dies alsdann in der That das Wichtigste bei den Mineralien ist.

§. 117. **Mineralogisches Individuum.** — So lange es sich von organischen Körpern handelt, macht man sich immer eine deutliche Vorstellung von einem Individuum, denn, da alle diese Körper aus Theilen bestehen, die entschiedene, sichere Formen und eine feste relative Lage haben, so kann man sie im Allgemeinen eintheilen, ohne sie zerstören zu müssen; dies ist es nun, was man mit dem Wort Individuum ausdrückt.

Bei den leblosen Körpern kann man sich auf keine so leichte Weise eine Vorstellung von der Individualität bilden, und es ist selbst nicht einmal möglich, so lange man sie unter rein physikalischen Beziehungen betrachtet. Es kommt dies daher, daß an diesen Körpern (§. 2) weder die Form, noch die Struktur wesentlich sind, und daß sie alsdann ins Unendliche hinein getheilt und wieder getheilt werden können, ohne in ihrem Bestand aufzuhören, da in der That auch das kleinste Theilchen dieselben Eigenschaften wie das Ganze besitzt. Sobald man aber die unbelebten Körper unter chemischen Beziehungen ins Auge faßt, so verändert sich die Frage gänzlich und das Individuum tritt klar hervor. Es gibt auch in der That gewisse chemische Operationen, die man mit diesen Körpern nicht vornehmen kann, ohne ihre Natur zu verändern, ohne sie in heterogene Theile zu theilen, wenn sie zusammengesetzt sind, und ohne aus ihnen neue Körper zu bilden, wenn sie einfach sind. Diese Operationen sind demnach die Grenzen der Theilbarkeit der unbelebten Körper, und für sie werden diese Körper Individuen.

Es geht daraus hervor, daß das mineralogische Individuum nur ein einfacher Körper, ein Element, oder eine Vereinigung einer gewissen Anzahl Elemente in verschiedenen relativen Proportionen sein kann.

§. 118. **Mineralogische Art.** — Nach diesem definirt sich die mineralogische Art, welche die Vereinigung der ähnlichen Individuen oder der Individuen sein muß, welche unter sich mehr Aehnlichkeit zeigen als mit allen andern, von selbst als die Vereinigung der aus den gleichen Principien und in gleichen Proportionen gebildeten Körper.

Die Körper, welche nach diesem Princip vereinigt sind, gleichen sich auch in der Regel in allen wichtigen physikalischen Eigenschaften, doch muß man davon die Fälle der Dimorphismen und der Isomorphismen ausnehmen, wo zwischen den physikalischen und chemischen Eigenschaften keine Uebereinstimmung stattfindet.

Einige Naturforscher haben, indem sie den Isomorphismus in Erwägung zogen, den vorhergehenden Begriff ein wenig abgeändert und die Mineralart als die Vereinigung der aus gleichen Elementen in der gleichen Proportion und in einem gleichen Zustand der Molekülen-Vereinigung definirt. Daraus ergibt sich, daß ein und derselbe Körper in zwei verschiedenen Systemen zwei Arten bilden muß, welche alsdann durch die physikalischen Eigenschaften charakterisirt sind.

§. 119. **Mineralogische Gattungen.** — (Mineral-Gattungen.) Die Gattung soll die Vereinigung der Arten sein, die unter sich eine größere Aehnlichkeit oder mehr Analogien zeigen, als mit allen übrigen. Zu chemischer Beziehung sind nun die ähnlichsten Arten diejenigen, welche die nämlichen in verschiedenen Proportionen mit einander verbundenen Principien enthalten, so daß z. B. Körper, wie Pb S, Pb S^2, Pb S^3 rc. natürlicher Weise eine Gattung zu bilden scheinen würden, deren Arten durch die relativen Proportionen bezeichnet wären.

Doch erfüllt diese Gruppirungsweise der Arten nicht die Bedingung, diejenigen Arten zu vereinigen, die in allen Beziehungen die größte Aehnlichkeit zeigen. Es gibt aber eine andere, wo die Arten neben den chemischen Eigenschaften einer verschiedenen Ordnung zugleich solche physikalische Analogien haben, daß man sie oft beim ersten Anblick nicht von einander zu unterscheiden vermag. Es findet dieses Statt, wenn isomorphe Körper in einer Verbindung gegenseitig für einander eintreten; so haben z. B. Körper, wie Pb S, Ag S, Zn S rc., deren Basen isomorph sind und das elektro-negative Princip gemeinschaftlich ist, unter sich sehr ausgedehnte physikalische Analogien.

Daraus geht nun hervor, daß, um die ähnlichsten Arten durch die Gesammtheit aller ihrer Charaktere in Gattungen zu vereinigen, man diejenigen zusammenstellen müsse, welche isomorphe Basen einschließen, welche nach den nämlichen Atomenverhältnissen mit dem gleichen elektro-negativen Princip verbunden sind. Dies ist die natürliche Definition der Gattung, die alsdann durch das elektro-negative Element und durch die physikalischen Eigenschaften charakterisirt sind.

§. 120. **Mineralogische Zünfte.** (Mineral-Zünfte.) — Die isomorphen Arten gehen nicht allein aus der Substitution einer Basis für eine andere hervor, sondern bilden sich auch durch Substitutionen isomorpher elektro-negativer Principien, so daß es isomorphe Gattungen gibt, welche demnach unter sich die größten Beziehungen zeigen und die man an einander reihen, die man zusammenstellen muß. Daraus gehen noch sehr natürliche neue Gruppen hervor, welche mit dem Namen mineralogische Zünfte bezeichnet werden können. So bilden z. B. die Körper:

Pb S, Ag S, rc. eine Gattung isomorpher Sulfüre.

Pb, Se, Ag, Se, rc. eine Gattung isomorpher Sele-

nüre (unter sich und mit den entsprechenden Sulfüren).

Pb Te. Ag Te, ꝛc. eine Gattung isomorpher Tellureten (unter sich und mit den vorhergehenden Zusammensetzungen.)

Diese drei Gattungen bilden eine Gruppe von Körpern, die sowohl durch die physikalischen Charaktere, als durch die Formeln ihrer Zusammensetzung einander sehr ähnlich sind, und die man eine Zunft nennen kann.

Gattungen, die man durch andere Formeln, z. B. Cu^2 S, Cu^2 Se, oder auch Ag S + Cu^2 S und Ag Se + Cu^2 Se, ꝛc. bezeichnete, würden andere Zünfte bilden, die den vorhergehenden benachbart sind, und sich bloß durch andere physikalische Analogien unterscheiden.

§. 121. Mineralogische Familien. — Der Begriff der Familie zeigt sich jetzt auf eine sehr natürliche Weise: die Familie ist die Vereinigung verschiedener Zünfte, gebildet durch die verschiedenen Gattungen von Isomorphismen, welche sich aus den verschiedenen Proportionen ergeben, in welchen die Körper in den Zusammensetzungen sich finden können. So bilden in der nachstehenden Tabelle die verschiedenen isomorphen Gattungen einfacher, doppelter oder dreifacher Sulfüre, Selenüre, Tellureten, ꝛc. verschiedene Zünfte, deren Gesammtheit eine Familie, oder sogar mehrere Familien bilden, wenn man die Anzahl der vereinigten Elemente in Erwägung zieht.

1te Zunft,	1te Art. 2te Art. 3te Art.		
aller Gruppe	Pb Su, Ag Su, Zn Su, ꝛc.,	1te Gattung.	Binäre Zusammensetzungen.
der isomorphen	Pb Se, Ag Se,	ꝛc., 2te Gattung.	
Gattungen.	Pb Te, Ag Te.	ꝛc., 3te Gattung.	
2te Zunft,			
andere Gruppe	Cu^2 Su, ꝛc.,	1te Gattung.	
der isomorphen	Cu^2 Se, ꝛc.,	2te Gattung.	
Gattungen.			
3te Zunft,	Ag Su + Cu^2 Su, 1te Art		
andere Gruppe	Fe Su + Cu^2 Su, 2te Art	1te Gattung.	Ternäre Zusammensetzungen.
der isomorphen	Ag Se + Cu^2 Se,	2te Gattung.	
Gattungen.			

Typen verschiedener Zünfte.	Sb^2 Su^3 + Ag Su, 1te Art	Gattung.	Quaternäre Zusammensetzungen.
	Sb^2 Su^3 + Pb Su, 2te Art		
	Sb^2 Su^3 + 3 Ag Su, 1te Art		
	Sb^2 Su^3 + 3 Pb Su, 2te Art	Gattung.	
	Sb^2 Su^3 + 3 Fe Su, 3te Art		
Verschiedene Zünfte.	1 (Sb^2 Su^3 + 3 Cu^2 Su) + 2 (Sb^2 Su^3 + 3 Pb Su)		
	2 (Sb^2 Su^3 + 9 Cu^2 Su) + 1 (Sb^2 Su^3 + 9 Ag Su)		
	2 (Sb^2 Su^3 + 4 Cu^2 Su) + (Sb^2 Su^3 + 4 Fe Su)		

Ordnungen. — Die Vereinigung dieser Arten von Familien würde andere Gruppen analoger Körper bilden, welche durch die isomorphen elektro-negativen Principien charakteristirt wären, und welche man Ordnungen nennen könnte.

Klassen. — Um die Ordnungen in Gruppen zusammenzustellen, würde man den Zustand, worin sich die elektro-negativen Principien in den Zusammensetzungen finden, in Betracht zu ziehen haben. So würden z. B. die Sulfüre, Selenüre, Tellurete Familien bilden, die zusammen eine Ordnung ausmachten. Eine andere Ordnung würden die schwefelsauren, selensauren, tellursauren Verbindungen bilden, und es würden diese Arten von Gruppen eine durch die chemischen Eigenschaften leicht zu charakterisirende Klasse zusammensetzen.

Die Stellung, die Anordnung der Klassen unter einander würde aus der Vergleichung der verschiedenen einfachen Körper sich ergeben, welche ihnen als Typen dienen, und würde von der Klassifikation dieser Körper selbst nach ihrer größern oder geringern Aehnlichkeit abhängen.

Bemerkungen. — Obgleich die Anzahl der entdeckten natürlichen Zusammensetzungen schon ziemlich beträchtlich ist, so ist es doch noch dem heutigen Stand der Wissenschaft noch unmöglich, diese Art von Unterordnung der Gruppen vollständig zu bilden; es finden sich darin ungeheure Lücken, die wir nicht einmal durch die Produkte unserer Laboratorien ausfüllen vermögen. Sehr häufig findet sich nur ein einziger Körper, der Alles repräsentirt, von der Klasse bis zur Art. Andern Orts gibt es eine Menge Arten, wovon jede der Typus einer Gattung ist, welche in der Folge sich ergeben wird; aber es gibt wenig analoge Gattungen, oder selbst gar keine, und man kann weder Zünfte noch Familien bilden; Diese Arten bilden alsdann ein großes, beinahe untheilbares Ganzes, das man nicht zu benennen weiß. Daraus ergibt sich, daß die Gesammtheit der bekannten Mineralien nur Gruppen vereinzelter, oft zahlreicher Arten, und hin und wieder einige Spuren von Klassen mit einigen unvollständigen Abtheilungen darstellt; man ersieht dies aus der am Ende dieses Artikels beigefügten Tabelle, welche die Arten enthält.

§. 122. Namensverzeichniß (Nomenclatur). — Auch geht aus den in der Reihe der leblosen Körper von uns bezeichneten Lücken hervor, daß nur die Arten Namen erhalten haben; denn man fand sich nicht genöthigt, Gattungsnamen zu schaffen, und wenn auch einige bestehen, so kommen sie daher, daß die Körper, die sich dahin beziehen, früher als eine einzige Art betrachtet wurden, die man später in Folge des Fortschrittes der Wissenschaft theilte. Und noch aus einem triftigeren Grund bestehen keine Zunft-, Familien-, Ordnungs- und Klassennamen, weil der größte Theil dieser Abtheilungen, welche die Gesammtheit unserer Kenntniße für die Zukunft gewahren läßt, heutigen Tages gleichsam bloß leere Rahmen oder Einfaßungen sind.

Auch geht daraus hervor, daß die Körper in der Mineralogie nicht mehr, wie in den übrigen Theilen der Naturgeschichte durch zwei Namen — einen Gattungsnamen und einen Speciesnamen — durch ein Nomenclatursystem, das sowohl der Botanik als der Zoologie so viele Dienste gethan hat, bezeichnet werden.

§. 123. Varietäten einer Art. — Im Thierreich, so wie in allen übrigen Theilen der Naturgeschichte, kann man die Arten noch in Varietäten abtheilen. Die Unterscheidung wird hier auf die Verschiedenartigkeit der Formen, die regelmäßig, verwischt, entlehnt und zufällig sein können, ferner auf die verschiedenen Strukturarten, den Glanz, die zufälligen Farben, die verschiedenen Grade von Durchsichtigkeit oder Undurchsichtigkeit, die verschiedenen Mischungsarten ꝛc. gegründet.

Mineralogische Bastarden. — Bei den Thieren gibt es verwandte Arten, die sich auf alle Weise durchkreuzen können und zu Wesen Veranlassung geben, welche das eine und andere von ihren Eltern an sich haben; man gibt ihnen den Namen Bastarden, und stellt sie in der Eintheilung zu derjenigen Art, mit welcher sie die meisten Beziehungen beibehalten haben.

Auch bei den Mineralien finden sich wirkliche Bastarden, die aus der Mischung der isomorphen Substanzen in allen Proportionen hervorgehen. Wenn in diesen Mischungen eine Substanz vorherrschend ist, so muß man offenbar den Körper zu der Species hinstellen, welche diese Substanz bildet; wenn aber alle Stoffe in fast gleichen Theilen gemischt sind, so gibt es keine andern Mittel mehr, als sie am Ende der Gattung anzuhängen, von der alle gemischten Arten einen wesentlichen Theil bilden.

§. 124. Tabelle, enthaltend die Species. — Mit der nachstehenden Tabelle, worin sich eine große Anzahl von Mineral-Species zusammengestellt finden, haben wir weniger die Absicht gehabt, damit ein Namensverzeichniß zu geben, als die verschiedenen Analogien der Substanzen anzugeben. Man kann

daselbst in vertikaler und zugleich in horizontaler Richtung lesen, und es ist durch dieses doppelte Lesen unmöglich, daß man nicht die in den Zusammensetzungen herrschenden Verhältnisse wahrnehme, welche im Allgemeinen die aller andern Charaktere sind.

Auch haben wir die Vereinigungen von Species angegeben, welche in den verschiedenen, mehr oder weniger künstlichen Klassen, welche die Gesammtheit der bekannten Mineralien theilen, Typen von Gattungen und Zünften bilden.

Tabelle, enthaltend die Mineralarten.

Palladium	Pa	Blei	Pb	Melaconis	Cu oder Ce
Platin	Pt	Massicot	Pb oder Pb		
Gold	Au	Mennige	P̈b	Kobaltoxyd	C̈o oder Ce
Silber	Ag			Kobalt- und Manganoxyd	Co, Mn, Ay.
Quecksilber	Hg	Kupfer	Cu		
Amalgam	Ag Hg²	Rothkupfererz (Kupferoxydul)	C̈u		

I. Klasse.

Sideride.

Eisen Fe

Oxyden und Säuren. Zunft.

Eisenglanz Ḟe oder Fe

Limonit $Fe^2\ Ay$
Göthit $Fe^3\ Ay$
Magneteisen $fe\ Fe^3$
Franklinit $(fe, Zn), Fe$
Breithauptit Pb, Fe

Manganide.

Pyrolusit Ṁn

Braunit Ṁn oder Mn

Manganit $Mn^3\ Ay$
Hausmannit $mn\ Mn^3$
Rothes Zinkoxyd Zn, Mn

Psilomelan $Ba\ Mn^4 + 2\ Ay$

Chromide.

Chromoxyd Ċr oder cr

Ohne Namen $cr^3\ Ay$

Chromeisen (F, A), cr

Crocoisit (Rothbleierz) $Pb\ Cr^2$
Vauquelinit $2\ Pb\ Cr^2 + Cu\ Cr^2$

Aluminide.

Korund Ä̇l oder Al
Gibbsit $Al\ Ay$
Ohne Namen $Al^3\ Ay^2$
Diaspor $Al^3\ Ay$
Cymophane $G\ Al^3$
Spinell $Mg\ Al^2$
Gahnit $Zn\ Al^2$
Pleonast? $Mg\ Al^3 + F\ Al^3$
Steingummi $Pb\ Al^6 + 6\ Ay$
Ohne Namen $Ca\ Al^2 + 6\ Ay$

II. Klasse.

Tantalide.

Tantalit $fe\ ta^2$?
Yttrotantalit y, Ta
Columbit $(fe, mn)\ Ta^2$
Bayerine $(3\ fe^2 + mn)\ Ta^2$

Tungsteinmineralien.

Tungsteinsäure T̈u oder T.
Wolfram $(3\ fe + mn)\ Tu^3$
Scheelit $Ca\ Tu^3$ } Gattung.
Schelitine $Pb\ Tu^3$ }

Molybdide.

Molybdänsäure M̈o oder Mo
Gelbbleierz $Pb\ Mo^3$

Uranide.

Pechuran oder Uranpecherz $U^4\ O^5$ od. $U^2\ Ü$
Uranocker $U^2\ O^3$ oder Ü

III. Klasse.

Titanide.

Rutil Ṫi oder Ti
Anatas
Brookit
Nigrin fe, Ti
Crichtonit fe, Ti
Polymignit $(Zi, y, Ca, fe, mn, Ce), Ti$
Aeschinit $(Ca, Ce, Zi), Ti$
Pyrochlor $(Ca, Ce, U, Fe), Ti$
Sphen $Ca\ Ti^6 + Ca\ Si^6$

Stannide.

Zinnstein Ṡn oder Sn
Spuren von $\left\{\begin{array}{l}(Ca, fe, mn), Sn^2\\ Ca\ Sn\\ Al\ Sn^3\end{array}\right.$

IV. Klasse.

Wismuth Bi
Wismuthoxyd (Wismuthocker)

Osmium-Iridium

Antimonide.

Antimon Sb

Antimonüre.

Antimonsilber $Ag^2\ Sb$
Antimonsilber $Ag^3\ Sb$

Spießglanznickel $Ni\ Sb^2 + Ni\ Su^2$

Antimonoxyde.

Spießglanzoxyd (Weißspießglanzerz) S̈b
Stibiconise Sb, Aq

Arsenide.

Arsenik Ar

Arsenüre.

Arsenikfilber

Arsenikspießglanz
Arsenikwismuth
Arsenikkobalt $Co\ Ar^2$
Ein anderes $Co\ Ar$
Weißnickelkies $Ni\ Ar^2$
Rother Arsenikkies $Ni\ Ar$
Disomose $Ni\ Ar^2 + Ni\ Su^2$
Cobaltine $Co\ Ar^2 + Co\ Su^2$ } Gattung und Typus der Zunft.
Mispickel $Fe\ Ar^2 + Fe\ Su^2$
Tennantit $Fe\ Ar^2 + Fe\ Su^2 + 9\ Cu\ Su^2$

Arsenikoxyde.

Arsenikblüthe Ȧr

Arseniksaure Verbindungen (Arseniate).

Zunft.

Mimetèse $3\ Pb^3\ Ȧr + Pb\ Cl^2$

Phosphoride.

Diese sind Verbindungen, analog den Arsenikverbindungen in der künstlichen Zusammensetzung.

Phosphorsaure Verbindungen (Phosphate).

Apatit $3\ Ca^3\ P̈h + \left\{\begin{array}{l}Ca\ Cl^2\\ Ca\ Fl^2\end{array}\right.$ } Gattung.

Pyromorphit $3\ Pb^3\ P̈h + Ca\ Fl^2$
Wagnerit $Mg^3\ P̈h + Mg\ Fl^2$
Xenotim $Y^3\ P̈h$
Triplit $(Fe^4 + Mn^4)\ P̈h$

Antimonsaure Verbindungen (Antimoniate).

Metteret in den folgenden enthaltenen antimonsaure Verbindungen entsprechen den arsensauren. Formeln, deren Reihen fast in der Mitte vor.

Arsenikſaure Verbindungen (Arseniate).

Olivenerz (Olivenit) $Cu^5\ddot{A}r$

Pharmakolith $Ca^2\ddot{A}r + 6\ Aq$
Haidingerit $Ca^2\ddot{A}r + 5\ Aq$
Arſenigit $Cu^5\ddot{A}r + 15\ Aq$

Erinit $3\ Cu^5\ddot{A}r + 5\ Aq$
Aphanèse $2\ Cu^5\ddot{A}r + 15\ Aq$
Linsenerz (Liroconite) $Cu^5\ddot{A}r + 5\ Cu\ Aq$

Skorodit $2\ Fe^3\ddot{A}r + 15\ Aq$

Pharmakoſiderit $Fe^3\ddot{A}r + Fe^3\ddot{A}r^2 + 18\ Aq$
Skorodit $Fe^3\ddot{A}r + 2\ddot{E}r\ddot{A}r + 12\ Aq$
Sidérétine $\ddot{F}e^3\ddot{A}r^2 + 45\ Aq$

Nickelocker $Ni^3\ddot{A}r + 9\ Aq$
Kobaltblüthe (Erithrine) $Co^3\ddot{A}r + 9\ Aq$

Phosphorsaure Verbindungen (Phosphate).

Triphylin $6\ (Al^3, Fe^3)\ddot{P}h + Li^3\ddot{P}h$
Phosphorsaures Kupfer $Cu^4\ddot{P}h$

Klaproſhit $Al^3\ddot{P}h + Al^2\ddot{P}h^3$?
Ambligonit $Li^4\ddot{P}h + Al^4\ddot{P}h^3$

Libethenit $Cu^4\ddot{P}h + 2\ Aq$
Pseudamalachit $Cu^5\ddot{P}h + 5\ Aq$

Ohne Namen $Cu^5\ddot{P}h^2 + 5\ Cu\ Aq$
Hureaulit $(Fe^3 + 3Mn^3, \ddot{P}h + 30\ Aq$
Heterosit $(2\ Fe^3 + Mn^3)\ \ddot{P}h + 5\ Aq$

Phosphorsaure Eisenoxydule
- $Fe^3\ddot{P}h, Aq$
- $Fe^4\ddot{P}h, Aq$
- $2\ Fe^3\ddot{P}h + 5\ Aq$?
- $Fe^3\ddot{P}h^3, Aq$

Grüneisenſtein (Delvaulvine) $\ddot{F}e^6\ddot{P}h + 45\ Aq$

Kakoxen $Al\ddot{P}h^3 + 3\ Aq$?
Wavellit (Wavellit) $(Al^4\ddot{P}h^3 + 18\ Aq) + Al\ddot{F}^3$
Uranit $Cu^2\ddot{P}h + \ddot{U}^4\ddot{P}h + 16\ Aq$
Chalkolith $Cu^2\ddot{P}h + \ddot{U}^4\ddot{P}h + 16\ Aq$

Antimonigſaure Verbindungen (Antimonite).

Antimonigſaurer Nickel
Kermes $(Sb^2Su^3)^2\ddot{S}b$

Arſenigſaure Verbindungen (Arſenite).

Rodoise $Co_3\ddot{A}r$
Nëoplase $Ni^3\ddot{A}r + 18\ Aq$
Kondurit $Cu^6\ddot{A}r + 4\ Aq$

V. Klaſſe.

Telluride.

Tellur Te

Tellurüre.

Tellurblei Pb Te
Tellurſilber Ag Te

Selenide.

Seleniire.

Selenkupfer Cu^2Se
Selenblei Pb Se
Selenſilber Ag Se

Sulfuride.

Schwefel Su od. S

Sulfüre.

Schwefelwaſſerſtoff Hy^2Su
Kupferglanz Cu^2Su
Schwefelblei Pb Su
Silberglanz Ag Su
Blende Zn Su } Gattungen
Manganblende Mn Su } Zunft.
Schwefelnickel (Haarkies) Ni Su
Kupfernickel (Covelline) Cu Su
Zinnober Hg Su
Realgar As Su
Ohne Namen Sb Su
Ohne Namen Bi Su
Schwefelkies (Pyrit) $Fe\ Su^2$ } Zunftypus.
Wurzelkies (Speerkies) $Fe\ Su^2$
Molybdänglanz $Mo\ Su^2$
Kobaltkies Co^3Su^4
Schwefelwismuth Bi^2Su^3
Antimonglanz Sb^2Su^3 } Gattung.
Auripigment (Operment) As^2Su^3

Doppelte Telluriure?

Tellurwismuth $Bi\ Te^2 + Bi\ Su$
Blättererz $4\ Pb\ Te + 2\ Pb\ Su + Au\ Te$

Weißtellurerz (Mullerine) $(Pb, Ag)\ Te + Au\ Te$
Schrifterz $Ag\ Te + 3\ Au\ Te$

Doppelte Seleniire.

Ohne Namen (Selenquecksilberzink) $4\ Zn\ Se + Hg\ Se^3$

Eukairit $Cu^2\ Se + Ag\ Se$

Ohne Namen $Cu\ Se + 2\ Pb\ Se$?
Ohne Namen $Cu\ Se + 3\ Pb\ Se$?
Ohne Namen $Co\ Se^2 + 6\ Pb\ Se$
Ohne Namen $Hg\ Se + 3\ Pb\ Se$

Doppelte Sulfüre.

Marmatit $3\ Zn\ Su + Fe\ Su$

Leberkies $Fe\ Su^2 + 6\ Fe\ Su$
Silberkupferglanz $Cu^2\ Su + Ag\ Su$
Buntkupfererz $2\ Cu^2\ Su + Fe\ Su$
Chalkopyrit $Cu^2\ Su + Fe\ Su$

Zinkenit $Sb\ Su^3 + Pb\ Su$ } Gattung
Wagnerit $Sb^2Su^3 + Ag\ Su$ } Gattung
Ohne Namen $Sb^2\ Su^3 + 2\ Pb\ Su$

* Besonders bei solchen Zusammensetzungen vereinfache man die Formeln um ein Bedeutendes, wenn man den Schwefel als Striche über das Gleiche setzt, wie z. B.:

Zinnkies $\dot{Cu}^2\,\dot{\dot{S}n}\,\dot{\dot{S}}^3 + \dot{Fe}^2\,\dot{\dot{S}}^3$ Bournonit $\dot{C}u^3\,\dot{\dot{S}}b\,\dot{\dot{S}}^3 + 2\,\dot{P}b^3\,\dot{\dot{S}}b^3$

Polybasit $\dot{C}u^9\,\dot{\dot{S}}b\,\dot{\dot{S}}^3 + 4\,\dot{Ag}^2\,\dot{\dot{S}}b^3$ Panabas $\dot{F}e^4\,\dot{\dot{S}}b\,\dot{\dot{S}}^3 + 2\,\dot{C}u^3\,\dot{\dot{S}}b^3$

Doppel-Sulfüre.

Gattung.

Jamesonit $Sb^2\,S^3 + 3\,Pb\,S^3$
Argyrithros $Sb^2\,S^3 + 3\,Ag\,S^3$
Antimonsilberblende (Proustite) $As^2\,S^3 + 3\,Ag\,S^3$
Haidingerit $Sb^2\,S^3 + 3\,Fe\,S^3$
Sprödglaserz $Sb^2\,S^3 + 6\,Ag\,S^3$

Multipel-Sulfüre.

Bournonit $Sb^2\,S^3 + 2\,Pb\,S^3 + Cu^2\,S^3$, oder auch $(Sb^2S^3 + 3\,Cu^2S^3) + 2\,(Sb^2S^3 + 3\,Pb\,S^3)$

Polybasit $3\,Sb^2\,S^3 + 9\,Cu^2\,S^3 + 36\,Ag\,S^3$, oder $(Sb^2S^3 + 9\,Cu^2\,S^3 + 4\,(Sb^2S^3 + 9\,Ag\,S^3)$

Panabase $3\,Sb^2\,S^3 + 4\,Fe\,S^3 + 6\,Cu^2\,S^3$, oder $(Sb^2S^3 + 4\,Fe\,S^3 + 2\,(Sb^2S^3 + 4\,Cu^2\,S^3)$

Zinnkies (Stannine) $Sn\,S^2 + Cu^2\,S^3 + Fe\,S^2$, oder $(Sn\,S^2 + 2\,Cu^2\,S^3) + (Sn\,S^2 + 2\,Fe\,S^2)$

Säuren des Schwefels.

Schweflige Säure $\dot{S}u$ Schwefelsäure $\dot{\dot{S}}u$ oder Su

Einfache wasserfreie Sulfate.

Gattung.

Bleivitriol $Pb\,S^3$
Schwerspath $Ba\,S^3$
Cölestin $Sr\,S^3$
Anhydrit (Karstenit) $Ca\,S^3$
Thenardit $Na^2\,S^3$
Schwefelsaures Kali $K^2\,S^3$

Einfache Sulfate mit Hydratwasser.

Gypse $Ca\,S^3 + Aq$
Glaubersalz (Exanthalose) $Na^2\,S^3 + 2\,Aq$

Bittersalz (Epsomerit, Epsomit) $Mg\,S^3 + 5\,Aq$
Zinkvitriol $Zn\,S^3 + 5\,Aq$
Kobaltvitriol $Co\,S^3 + 7\,Aq$
Eisenvitriol $Fe\,S^3 + 7\,Aq$
Kupfervitriol $Cu\,S^3 + 5\,Aq$
Brochantit $Cu\,\dot{S}u + Aq$
Vitriolocker (Pittizit) $Fe^2\,\dot{S}u + 2\,Aq$
$Fe^4\,\dot{S}u + 4\,Aq$

Alaunerde (Alunogen) $Al\,S^3 + 3\,Aq$
Websterit $Al\,\dot{S}u + 3\,Aq$

Doppelte wasserfreie Sulfate.

Cölestin von Möns $2\,Sr\,S^3 + Ba\,S^3$?
Cölestin von Norton $5\,Sr\,S^3 + Ca\,S^3$
Glauberit $Ca\,S^3 + Na_2\,S^3$
Polyhalite $\left\{\begin{array}{l} 2\,(Ca, Mg)\,S^3 + Na_2S^3 \\ 2\,(Ca, Mg)\,S^3 + K\,S^3 \end{array}\right.$

Doppelte Sulfate-Hydrate.

Reyphas $fe\,S^2 + 3\,Fe\,S^3 + 12\,Aq$
Kalkalaun $3\,Al\,S^3 + K\,S^3 + 24\,Aq$
Alunit (Alaunstein) $9\,Al\,S^3 + K\,S^3 + 9\,Aq$

VI. Klasse.

Chloride.

Chlor Ch
Chlorwasserstoff Hy Ch
Salzsäure Hc Ch
Chlorsilber (Silberhornerz) Ag Ch
Chlorcalcium Ca Ch^2
Chlormagnesium Ma Ch^2
Chlornatrium (Kochsalz) Na Ch
Chlorkalium K Ch

Chlorblei (Hornblei?) $Pb\,Ch + 2\,Pb$

Atakamit $Cu\,Ch^2 + 3\,Cu + 3\,Aq$

Salmiak $\left\{\begin{array}{l} Cu\,Ch^2 + 1\,Cu + 1\,Aq \\ (Az\,Hy^3)^2 + (Hy\,Ch) \end{array}\right.$

Bromide.

Bromsilber $Ag\,Br^2$

Jodide.

Jodsilber $Ag\,J^{2?}$
Jodquecksilber $Hg\,J^{2?}$

Fluoride.

Fluorcalcium $Ca\,Fl^2$

Yttrocerit $Y\,Fl^2$
Neutrales Fluorcerium (Fluocerine) $Ce\,Fl^2$
Kryolith $2\,Al\,Fl^3 + 3\,Na\,Fl^2$

Basisches Fluorcerium (Basicerine) $3\,Ce\,Fl^2 + Aq$ Hydrate.
Ohne Namen $Ce\,Fl^2 + Aq$

Topas $4\,Al\,Fl^2 + 3\,Al\,Si$
Pyknit $2\,Al\,Fl^3 + 3\,Al\,Si$
Condrodit
Verschiedene Glimmer.

Silicofluride.

VII. Klasse.

Hydrogenide.

Wasserstoff H
Wasser H oder Aq
Verschiedene Hydrate.

Azotide.

Stickstoff und ammoniakalische Luft
Ammoniak $H^3\,Az$
Salpeter $K\,\dot{Az}$
Salpetersaures Natron $Na\,\dot{Az}$
Salpetersaurer Kalk $Ca\,\dot{Az}$
Salpetersaures Magnesia $Ma\,\dot{Az}$

Carbonide.

Kohle. Carbüre.

Diamant C Grisou $Hy^4\,C$
Graphit C Naphta $Hy^3\,C$
Anthrazit Steinerle
Schwarzkohle Haidenin $Hy^2\,C$
Braunkohle (Lignit) Elaterit
Verwandelte Hölzer Steinkohle (Dysodil)
Cöinsches Umbra Bergtheer (Maltha)
Torf Asphalt
Düngererde Retinit
Bernstein

Säuren.

Kohlensäure $\dot{C}$ oder C Oxalsäure $\dot{C}$.

Organische Salze.

Mellit. Guano. Humboldtit.

Rhombodrische wasserfreie Carbonate.

Gattung.

Kohlensaurer Kalk (Kalkspath) $Ca\,C^2$
Giobertit (dichter Magnesit) $Ma\,C^2$ Dolomit $Ca\,C^2 + Ma\,C^2$
Eisenspath (Siderose) $Fe\,C^2$
Mangangath (Diallogit) $mn\,C^2$
Kohlensaures Cerotyrol (Carbocerine) $Ce\,C^2$
Galmey $Zn\,C^2$

Prismatische wasserfreie Carbonate.

Gattung?

Aragonit $Ca\,C^2$
Junkerit $Fe\,C^2$
Witherit $Ba\,C^2$ Barytocalcit $Ba\,C^2 + Ca\,C^2$
Strontianit $Sr\,C^2$
Bleiweiß $Pb\,C^2$

Schwefelsäurehaltige Carbonate

Strenmit $4\,Sr\,C^2 + Ba\,S^3$
Lanarkit $Pb\,C^2 + Pb\,S^3$
Leadhillit $3\,Pb\,C^2 + Pb\,S^3$
Caledonit $2\,Pb\,C^2 + Cr\,C^2 + 3\,Pb\,S^3$

Carbonat-Hydrate.

Mysorin $Cu\ C$

Malachit $2\ Cu\ C + Aq$
Ohne Namen $Ma\ C^2 + Aq$
Ohne Namen $3\ Ma\ C^2 + Aq$
Natron $Na\ C^2 + Aq$
Urao $Na\ C^3 + 2\ Aq$

Gay-Lussit $Na\ C^2 + Ca\ C^2 + 5\ Aq$

Wasserhaltige Carbonate.

Kupfersalur $2\ Cu\ C^2 + Cu\ Aq$

Nemalit $3\ Ma\ C^2 + Ma\ Aq$

Zinkblüthe $3\ Zn\ C^2 + Zn\ Aq^3$

VIII. Klasse.

Boride.

Borsäure (Sassolin) $Bo\ Aq$

Borate.

Boracit $Ma\ Bo^4$
Borarsaurer Kalk
Borarsaures Eisen
Borax $Na\ Bo^6 + 10\ Aq$

Borosilicate.

Datholith $Ca\ Bo^3 + Ca\ Si^4 + Aq$
Bothriolith $Ca\ Bo^3 + 3\ Ca\ Si^2 + 2\ Aq$
Humboldtit

Silicide.

Quarz, Ø oder Si
Calcedon
Opal $Si,\ Aq$

Einfache Thonerde-, Eisen- ꝛc. haltige Silikate.

Wasserfreie.

Staurolith $(Al, Fe)^4\ Si$
Disthen $Al^2\ Si$
Sillimanit $Al\ Si$
Kaolin
Kieselmangan (Marceline) $Mn,\ Si$

Lekite $Al\ Si^4$

Hydrate.

Kollyrit $Al^3\ Si + 5\ Aq$
Lenzinit $Al\ Si + Aq$

Pholerit $3\ Al\ Si + 2\ Aq$
Trifilsit $Al\ Si^2 + Aq$
Nontronit $Fe\ Si^2 + Aq$
Severit $Al\ Si^2 + 2\ Aq$
Cymolit $Al\ Si^3 + Aq$
Erde von Riegate $Al\ Si^4 + 3\ Aq$
Verschiedene Thone.

Wasserhaltige.

Allophan $2\ Al\ Si + Al\ Aq^6$
Ein anderer $2\ Al\ Si + Al\ Aq^2$

Halloysit $2\ Al\ Si^2 + Al\ Aq^1$
Halloysit (verrochtet) $2\ Al\ Si^2 + Al\ Aq^2$

Bergseife $Al\ Si^3 + Al\ Aq$

Doppelte Thonerde- oder Eisensilikate mit verschiedenen Basen.

Wasserfreie, mit einer Glyzinerde-Basis.

Smaragd $Al\ Si + Gl\ Si$ Euklas $Al^2\ Si + 2\ Gl\ Si$

Wasserfreie, mit Kalk, Eisen ꝛc. verbunden.

Zunft und Gattungen:
- Gehlenit $Al^2\ Si + 2\ Ca\ Si$
- Grossular $Al\ Si + Ca\ Si$
- Melanit $Fe\ Si + Ca\ Si$
- Almandin $Al\ Si + fe\ Si$
- Spessartin $Al\ Si + mn\ Si$
- Idokras $Al\ Si + 2\ Ca\ Si$
- Cerin $Al\ Si + 2\ Ca\ Si$
- Melanit $2\ Al\ Si + Ca\ Si$
- Zoisit $2\ Al\ Si + Ca\ Si$

Zunft und Gattungen:
- Smaragdit $3\ (Al\ or)\ Si + Ca\ Si$
- Thalit $2\ Al\ Si + fe\ Si$
- Diallit $2\ Al\ Si + Ca\ Si^2$
- Werneerit $3\ Al\ Si + Ca\ Si$
- Peliom $3\ Al\ Si + fe\ Si$
- Cordierit $3\ Al\ Si + Ma\ Si^2$

Scolererose $3\ Al\ Si + Ca\ Si^3$

Labradorit $3\ Al\ Si^2 + Ca\ Si$

Dipyr $4\ Al\ Si^2 + Ca\ Si^2$

Gattungen:
- Anthophyllit $Al\ Si^3 + (Ma, f)\ Si^3$?
- Carnatite $3\ Al^4\ Si^3 + Ca\ Si^3$
- Retinit, Obsidian, Bimsstein ꝛc.

Wasserfreie alkalische.

Andalusit $9\ Al^2\ Si + K\ Si^3$

Nephelin $3\ Al\ Si + Na\ Si$

Analcith $3\ Al\ Si + Na\ Si + 2\ Aq$
Natrolith $3\ Al\ Si + (Na, K)\ Si^3$
Natrit $3\ Al\ Si + K\ Si^3$

Giesekit $6\ Al\ Si + K\ Si^3$
Gehrenit $3\ Al\ Si^2 + Na\ Si$
Pinit $3\ Al\ Si^2 + K\ Si$
Amphigène $3\ Al\ Si^2 + K\ Si^2$

Zunft und Gattungen:
- Spodumen $3\ Al\ Si^2 + Na\ Si^3$
- Triphan $3\ Al\ Si^2 + Li\ Si^3$
- Achmit $3\ Fe\ Si^2 + Na\ Si^3$

Orthose $3\ Al\ Si^3 + K\ Si^3$
Albit $3\ Al\ Si^3 + Na\ Si^3$
Petalit $3\ Al\ Si^3 + Li\ Si^3$

Murchisonit $3\ Al\ Si^4 + K\ Si^3$
Adinole $3\ Al\ Si^6 + Na\ Si^3$

Hydrate.

Thomsonit $3\ Al\ Si + Ca\ Si + 2\ Aq$

Mesotyp $3\ Al\ Si + Na\ Si^2 + 2\ Aq$

Skolezit $3\ Al\ Si + Ca\ Si^2 + 3\ Aq$
Prasilit $3\ Fe\ Si + fe\ Si^2 + 5\ Aq$
Edingtonit $4\ Al\ Si + Ca\ Si^2 + 4\ Aq$
Dawyn $5\ Al\ Si + Ca\ Si^2 + 2\ Aq$

Laumonit $3\ Al\ Si^2 + Ca\ Si^2 + 2\ Aq$
Thabasit $3\ Al\ Si^2 + Ca\ Si^3 + 6\ Aq$

Hydrolith $4\ Al\ Si^2 + (Na, Ca)\ Si^3 + 8\ Aq$
Harmotom Al, Ba, Si, Aq
Gismondin Al, Ca, K, Si, Aq
Hypostilbit $3\ Al\ Si^3 + Ca\ Si + 6\ Aq$
Sperostilbit $3\ Al\ Si^3 + Ca\ Si^2 + 6\ Aq$
Stilbit $3\ Al\ Si^3 + Ca\ Si^3 + 6\ Aq$
Epistilbit $3\ Al\ Si^3 + Ca\ Si^3 + 5\ Aq$

Beudandit $4\ Al\ Si^3 + Ca\ Si + 6\ Aq$
Brewsterit $4\ Al\ Si^3 + Ca\ Si + 8\ Aq$

Chlorit-Silikate.

Chlorite:
- $4\ Al\ Si,\ (fe, Ma, Ca)^2\ Si^3,\ Aq$
- $4\ Al\ Si,\ (fe\ Ma, K)\ Si^3,\ Aq$
- $4\ Al\ Si,\ (f, Ma\ K)\ Si^3,\ Aq$

Grüne Erden:
- $4\ Al\ Si^2,\ (f, Ma)\ Si^3,\ Aq$
- $4\ Al\ Si^2,\ (f, Ma, K)\ Si^3,\ Aq$
- $4\ Al\ Si^2,\ (f, Ma, Ca, Na)\ Si,\ Aq$

Alumino-Silikate.

Chamoisit $2\ fe\ Si + f^2e\ Al + 4\ Aq$
Berthiérine $2\ fe\ Si + f^3e\ Al + Aq$
Pagodit $(Al, Si),\ (K, Al),\ Aq$
Margarit $Al\ Si^3 + Ca\ Al^3$
Sapphirin $Al\ Si + (Ma, Ca, f)\ Al^3$

Ohne Namen

- Pimelith $Al\ Si^2 + 2\ Ni\ Si^3 + 13\ Aq$
- Karpholit $3\ Al\ Si + mn\ Si + 2\ Aq$
- Hisingerit $Al\ Si^2 + 4fe\ Si + 4\ Aq$
- Siderochalcit $Al\ Si^2 + 2fe\ Si^3 + 3\ Aq$
- Ohne Namen $3\ Al\ Si^4 + fe\ Si + 2\ Aq$ / $Al\ Si^4 + 4\ fe\ Si + 3\ Aq$

Silikate mit Fluor.

- Einaxiger Glimmer, Magnesiaglimmer — $Al, Fe, Ma, K, Si, Fl.$
- Zweiaxiger: Kalkglimmer — $Al, Fe, K, Si, Fl.$
- Lithionglimmer — $Al, Fe, K, Li, Si, Fl.$

Silikate mit Chlor.

Sodalith $Al, Na, Si, Ch.$

Silikate mit Bor.

- Lithionturmalin — Al, L, K, Ca, Ma, Si, Bo
- Turmalin: Kalisturmalin (gemeiner Schörl) — Al, K, Ca, Ma, Si, Bo
- Natronturmalin — $Al, Na, K, Ca, Ma, Si, Bo$
- Retinit — Al, Na, Ca, mn, Si, Bo

Silikate mit Phosphor.

Sordawalit Al, Fe, Ma, Si, Ph

Silikate mit Schwefel.

- Lazulith — $Al, Na, Si, \dot{A}\ Su^2$
- Dawyn — $Al, Na, K, Si, \dot{A}\ Su^2$
- Spinellan — $Al, Na, Si, \dot{A}\ Su^2$
- Helvin — $Al, Na, Si, Mn\ Su^2$

Thonerdefreie Silikate.

Einfache. Wasserfreie.	Einfache. Hydrate.	Doppelte wasserfreie und doppelte Hydrate. Mit Wasser verbunden.
Phenakit $G\ Si$		
Zirkon $Zr\ Si$		
Gadolinit $Y\ Si$		
Peridot $Mn\ Si, fe\ Si$	Cerosit / Marmolit $Ce\ Si + Aq$ / $Mn\ Si + Aq$	
Willemin $Zn\ Si$	Calamin $Zn\ Si + n\ Aq$	
	Opsimose $mn\ Si + Aq$	
	Serpentin $2\ Mn\ Si^2 + Mn\ Aq$	Erdmalit $Zi\ Si^3 + 3\ (Na, Ca, fe)\ Si^2$
	Diallage $4\ Mn\ Si^2 + Mn_3\ Aq^2$ / $4\ Mn\ Si^2 + Mn_4\ Aq^3$	Thorit $3\ Th\ Si^2 + (Ca, fe, mn)\ Si + 4\ Aq$
		Jlvait $3\ fe\ Si + Ca\ Si$
		Knebellit $fe\ Si + mn\ Si$
		Gründerde von Paris $Mn\ Si + 2\ fe\ Si^2 + 2\ Aq$
Wollastonit $Ca\ Si^2$		
Rhodonit $mn\ Si^2$	Ohne Namen $2\ mn\ Si^2 + Aq$	Bronzit $2\ Mn\ Si^2 + (fe, Ca)\ Si^2$
	Dioptas $Cu\ Si^2 + Aq$	Baikalit $2\ Mn\ Si^2 + Ca\ Si^2$
	Chrolokol $Cu\ Si^2 + 3\ Aq$	Diopsid $Ca\ Si^2 + Mn\ Si^2$
Talk $Mn\ Si^3$	Strant $2\ Mn\ Si^3 + Aq$	Hedenbergit $Ca\ Si^2 + fe\ Si^2$
	Magnesit $M\ Si^3 + 2\ Aq$	Porodmalit $Ca\ Si^2 + mn\ Si^2$
		Bustamit $Ca\ Si^2 + mn\ Si$
		Hypersthen Mn, fe, Si
Edelforsit $Ca\ Si^3$		Bronzit $4\ Mn\ Si^3 + fe\ Si$
	Chloropal $fe\ Si^3 + 2\ Aq$	
Kieselmangan $mn\ Si^3$		
Jhontzit $mn\ Si^6$	Ohne Namen $mn\ Si^6 + 2\ Aq$	

Doppelte wasserfreie und doppelte Hydrate. Mit Wasser verbunden.	
Tremolith	$Ca\ Si^3 + 3\ Mn\ Si^2$
Actinote	$Ca\ Si^3 + 3\ fe\ Si^2$
Apophyllit	$8\ Ca\ Si^3 + K\ Si^6 + 16\ Aq$

Doppelte Silikate.	
Pyrallolit	$Mn\ Si^3 + Mn\ Aq^3$
Pikrosmir	$3\ Mn\ Si^3 + Mn_3\ Aq^2$
Pikrolit	$Mn\ Si^3 + Mn\ Aq^3$
Diallage	$Mn\ Si^3 + Mn\ Aq$

Beschreibung der wichtigsten Mineralien.

Von einigen Metallen im freien Zustand.

§. 125. Wenige einfache Körper finden sich im freien Zustand in der Natur; indessen finden sich darunter einige, die so zu sagen nie anders vorkommen: dies sind besonders das Platin und das Gold, deren Geschichte übrigens ein allgemeines Interesse darbietet.

Platin.

§. 126. **Charaktere.** — Das Platin ist ein dehnbares Metall, dessen Farbe im Zustand der Reinheit zwischen dem Silberweiß und Bleigrau liegt. Es ist der schwerste aller bekannten Körper, da sein specifisches Gewicht, wenn es verarbeitet ist, sogar 22,069 beträgt; läßt sich aber auch am wenigsten zerstören, ist in der größten Hitze unserer Schmelzöfen völlig unschmelzbar, wird von den meisten chemischen Agentien nicht angegriffen und löst sich bloß im Königswasser auf.

Natürlicher Zustand und Vorkommen. — Man hat einige Platinkörner in gewissen Glimmergesteinen eingestreut gefunden, die man Itakolumit nennt, weil aus ihnen das Gebirge Itakolumi in der Provinz Minas-Geraës des Kaiserthums Brasilien besteht, sie daselbst setzt ausgedehnte Schichten bilden und mit den krystallinischen Gesteinen in Verbindung stehen. * Dieses Metall kommt hauptsächlich unter der Form von Flittern und runden Körnern, seltener als Nieren von einer gewissen Größe und stets in mehr oder weniger grobkörnigen sandigen Substanzen zerstreut liegend vor, welche zugleich auch Gold unter derselben Form und Edelsteine einschließen. Durch Waschen entfernt man die leichteren Körper und zieht diese Substanzen aus; dem Rückstand dieser Operation, aus dem man zuvor durch die Amalgamation das Gold ausgezieht, gibt man im Handel den Namen Platinerz. Das Metall findet sich in diesem Rückstande mit verschiedenen Substanzen, namentlich mit Metallen, die man Palladium, Rhodium, Iridium nennt, und einem Metalloid, dem Osmium, verbunden.

Das Palladium kommt zuweilen in besondern Körnern mit dem Platin vor; es ist ein weißes dehnbares und unschmelzbares Metall, welches mit der Salpetersäure eine rothe Auflösung bildet.

Das Rhodium ist mit Platin verbunden; aber selbst nicht einmal durch das Königswasser angreifbar, bleibt es nach der Einwirkung dieses Körpers unter der Form eines grauen Pulvers zurück. Dieser Staub läßt sich zu einer sehr leicht zerbrechlichen Metallmasse zusammenballen.

Das Iridium ist mit dem Osmium unter der Form kleiner Metallkörner oder sechsseitiger Säulchen verbunden, die aber weniger glänzend als die Platinkörner sind und deßhalb sich auch ziemlich leicht von diesen letzteren unterscheiden lassen. Die Verbindung wird von keiner Säure aufgelöst. Das Gleiche ist bei dem Iridium der Fall, das man nur durch das Zusammenballen des Staubes erhält, welche alsdann eine graue und im hohen Grade rauh anzufühlende, beißende Masse bildet.

Das Platin wurde in Südamerika im Jahre **1741** entdeckt; es findet sich daselbst in großer Menge, in Brasilien, in den Provinzen Minas-Geraës und Matto-Grosso, so wie auch in Colombia in den Provinzen Choco und Barbacoas. Im Jahre **1824** fand

* Man unterscheidet im Allgemeinen zwei Gesteinsarten: die krystallinischen Gesteine (Ur- oder Grundgebirge) und die Flötzgesteine (Flötz- oder Sedimentgebirge) (siehe Geologie). Die ersteren bieten gewöhnlich weder Gerölle noch körnigen Sand dar; auch haben die Substanzen, die sie darbieten, beinahe immer einen krystallinischen Charakter: es vereinigt sich hier alles zu dem Beweise, daß sie auf feurigem Wege entstanden sind oder wenigstens durch dieses Agens stark verändert wurden. Die andern, die sich offenbar unter den Gewässern bildeten, zeigen dagegen Gerölle und Sandkörner und eine große Anzahl organischer Ueberreste: man unterscheidet daran mehrere Stufen, die durch verschiedene Verhältnisse charakterisirt sind.

Die verschiedenen Mineral-Substanzen bilden im Flötzgebirge Schichten, Lager und Gänge, oder finden sie sich auch zerstreut liegend.

Eine Schichte ist eine entweder horizontale oder schiefe Ablagerung, welche zwei parallele Flächen darstellt und sich unendlich weit dinaus ausdehnen kann, insofern sie nur durch die Bergabhänge begränzt ist.

Ein Lager ist ein nach allen Richtungen durch die umgebenden Gesteine begränzte Ablagerung; diese kann nun drei beinahe gleiche Dimensionen haben, oder linsenförmig zwischen zwei Schichten ausgebreitet sein. Die Nieren (§. 32) sind Lager im Kleinen.

Ein Gang ist eine keilförmige manchmal verzweigte Ablagerung, worunter man stets eine ausgefüllte Spalte sich denken kann, welche die Schichten, Lager, Berge sicher durchsetzen. Sehr kleine Gänge welche Adern genannt werden, oder nicht immer ausgefüllte Spalten sind.

man es in Rußland am westlichen Abhang des Urals und genau in denselben Umständen, wie in Amerika. Das Platinerz von Brasilien stellt kleine silberglänzende Flitter, der von Sibirien große, unregelmäßige Körner dar, die oft wie verschlackt und schwärzlich grau aussehen und wenig Glanz zeigen.

Gewinnung. — Wegen der Unschmelzbarkeit des Platins und der Unveränderlichkeit der damit gemischten Substanzen kann dieses Metall nicht, wie die andern, bereitet werden. Man löst das Platinerz in Königswasser auf und schlägt es durch Salmiak nieder. Dieser Niederschlag gibt geglüht den sogenannten Platinaschwamm; diese Substanz wird nun in ein feines Pulver verwandelt, welches mit Wasser einen Teig geben kann, und dieser Teig, in eine Form gebracht, wo man ihn zusammenpreßt, zuerst um das Wasser aus seiner Masse zu entfernen, und alsdann immer stärker, so daß die Theilchen so nahe als möglich zusammen kommen. Diese erste Operation gibt einen ziemlich festen Kuchen, den man stark erhitzt und auf einem Ambos mit einem schweren Hammer schnell schlägt, um die Theilchen von neuem zusammen zu bringen. Nach dieser Operation kann die Masse, wie das Eisen, geschmiedet, gewalzt, zu Draht gezogen werden u. s. w.

Anwendung. — Das Platinerz, das man früher als ein unnützes Metall wegwarf und dessen Einfuhr man sogar verbot, aus Furcht, man möchte sich dessen zur Verfälschung des Goldes bedienen, wird heutzutage mit großer Sorgfalt ausgebeutet und ist deßhalb auch weniger theuer geworden; doch machen die Langwierigkeit und Schwierigkeit der Operationen, denen man das Platin unterwerfen muß, dieses Metall noch immer ziemlich theuer. Weil es aber seine Unveränderlichkeit zu einer Menge von Anwendungen sehr geeignet macht, so gebraucht man es in vielen Umständen; so verfertigt man z. B. daraus Kessel und Destillirkolben, die für die chemischen Fabriken von großem Nutzen sind, ferner Schmelztigel, Röhren und Schalen für die chemischen Laboratorien ꝛc. Man hat es auch in der Bijouterie zu verarbeiten gesucht, allein seine Schwere, sein geringer Glanz und seine nicht sehr vortheilhafte Farbe machten, daß man es fast ganz aufgab. In Rußland prägt man Geldstücke daraus. Auch bei der Porzellanfabrikation findet es seine Anwendung, besonders um das Porzellan damit ganz zu überziehen, was diesem letzteren ein silberartiges Aussehen gibt.

Endlich fügen wir hier die Bemerkung bei, daß die Unveränderlichkeit des Platins keine absolute ist; denn sowohl das Kali und Natron, als ihre Verbindungen mit der Salpetersäure verändern dieses Metall bei der Rothglühhitze; das geschmolzene Blei und viele andere Metalle, so wie auch der Phosphor dürfen in keine Berührung mit den Platingefäßen gebracht werden, weil diese Substanzen diese Gefäße in wenigen Augenblicken durchlöchern.

Gold.

§. 127. **Charaktere.** — Es hat gewiß schon Jedermann Gold gesehen, sei es auch nur an den vergoldeten Rahmen, und kennt die schöne gelbe Farbe, welche dieses Metall vor allen andern auszeichnet. Es ist sehr schwer — sein specifisches Gewicht beträgt 19,39. Seine Unveränderlichkeit ist ebenso merkwürdig, als die des Platins, denn es widersteht gleichfalls fast allen Agentien und wird nur vom Königswasser aufgelöst; dagegen ist es schmelzbar. Dieses Metall ist im hohen Grade dehnbar, weßhalb es sich zu außerordentlich dünnen Blättchen schlagen läßt, die man zur Vergoldung im Kalten anwendet.

Natürlicher Zustand. — Das Gold kommt zuweilen in der Natur als kleine Würfel und Octaeder vor, die verschieden modifizirt und oft zu dendritischen Gestalten zusammengehäuft sind; manchmal findet man es in mehr oder weniger großen dünnen Blättchen auf der Oberfläche verschiedener Mineralien, oder als Fasern, Fäden, die in das Innere derselben eindringen. Uebrigens zeigt es sich oft auch als Flitter und zuweilen als mehr oder weniger große Klumpen. Häufig ist es mit einer gewissen Menge Silber legirt, welche je nach den Lokalitäten von 0,14 bis zu 72 Prozent steigt.

Vorkommen. — Dieses Metall findet sich selten in besondern Lagern, wo es als Krystalle, Blätter, Fäden in den Quarzgängen erscheint; in der Regel liegt es in andern Erzlagern oder metallführenden Lagern, namentlich in den Silbererzen oder in den erdigen Substanzen, welche jene begleiten. In Europa kommen diese goldhaltigen Erze in geringer Menge vor — die bekanntesten sind die von Ungarn und Siebenbürgen, die gegenwärtig kaum die Kosten ihrer Ausbeutung decken. Dagegen sind sie in Peru und Mexiko sehr reich, und so zu sagen, im Ueberfluß verbreitet. Gewisse Kupfererze und gewisse Pyriten schließen ebenfalls Gold ein, und diese letzteren manchmal in einer Menge, die beträchtlich genug ist, um die Kosten der Gewinnung hinlänglich heraus zu schlagen.

Auch die Glimmergesteine von Itacolumi enthalten Gold eingesprengt; besonders findet sich aber dieses Metall in beträchtlicher Menge im eigentlichen aufgeschwemmten Lande, wie in Columbia, Brasilien, Chile und am westlichen Abhang des Urals. Es sind dies dieselben Ablagerungen, welche das Platin und die Diamante einschließen, und aus ihnen wird wegen der Leichtigkeit der Ausbeute der größte Theil des Goldes gewonnen, welches alljährlich in Umlauf gesetzt wird. An sehr vielen Orten gibt es goldhaltigen Sand, von dem die Flüsse Goldflittern mit sich fortnehmen, sie in verschiedene Gegenden führen und durch eine beständige Waschung absondern. In dieser Beziehung ist in Frankreich die Ariège ein sehr bekannter Fluß, welcher früher manchen Goldwaschern einen Unterhalt gab, da diese durch ihr Auflesen täglich 20 Sous verdienten. Eine große Berühmtheit hatte bei den Alten der Pactolus (in Lydien). Es scheint, daß es im innern Afrika gleichfalls Sand und Flüsse gibt, die Gold liefern, was man wenigstens aus dem Goldstaubhandel schließt, der in diesem Welttheil getrieben wird. Sehr reich an Gold scheinen einige Theile von Ostasien zu sein; nur weiß man hier wenig von der Lage und Ausbeutung des Goldes.

Für uns ist das Aequatorial-Amerika gleichsam das Goldland und überhaupt das Land der kostbaren Metalle: denn von den alljährlich auf der ganzen Erdoberfläche gewonnenen 24,000 Kilogrammen Gold im Werth von 82 Millionen Franken kommen nur allein auf diesen Theil von Amerika 64 Millionen Franken; Nordamerika erzeugt beinahe deren 4; Sibirien, sagt man, liefert gegenwärtig 8; Ungarn und Siebenbürgen höchstens 4, und das übrige Europa zusammen kaum für 100,000 Franken. Glücklicherweise wird bei uns das Gold durch andere Erzeugnisse ersetzt, denn das Eisen liefert für sich allein schon ein jährliches Erzeugniß im Werthe von 500 Millionen Franken, und die Kohlen nahezu für 180 Millionen.

Anwendung. — Außer seinem Gebrauch zu Münzen findet das Gold in der Bijouterie und besonders bei der Vergoldung eine vielfache Anwendung. Diese Vergoldung läßt sich durch verschiedene Mittel auf allen Körpern anbringen: einerseits mittelst Quecksilber, mit welchem das Gold ein Amalgam bildet, mit dem man hierauf den zu vergoldenden Gegenstand überzieht, und es der Hitze aussetzt, um das flüchtige Quecksilber abzutreiben. Diese Methode ist die Vergoldung im Feuer. Anderseits vergoldet man gegenwärtig nach der galvano-plastischen Methode, nach welcher im Kalten das Gold sich auf die Gegen-

stände niederschlagen läßt, die man damit bedecken will. Auch wendet man bei der Vergoldung Goldstaub an, der durch die Niederschläge gewonnen wird, und den man auf Fayence oder Porzellan aufträgt und aufschmelzt; auch belegt man die Oberfläche vieler Körper mit äußerst dünn geschlagenen Goldblättern. Endlich bedient man sich auch in der Arzneikunde einiger Goldpräparate.

Silber.

§. 128. Ein weißes, dehnbares und schmelzbares Metall, dessen specifisches Gewicht 10,47 beträgt, was es sogleich vom Zinn unterscheidet, mit dem es einige Aehnlichkeit hat und das $\frac{1}{3}$ weniger wiegt. Das Silber löst sich nicht in den Pflanzensäuren auf, welcher Umstand es für den Gebrauch sehr geschätzt macht; es oxydirt sich nur sehr wenig und behält deßwegen in der Luft seinen Glanz bei; Schwefelwasserstoff macht es matt und schwarz, daher schwärzen auch die Eier das Silbergeschirr, dessen wir uns gewöhnlich bedienen.

In der Natur tritt das Silber in kleinen Octaedern oder Würfeln auf, die fast immer zu dendritischen Gestalten gruppirt sind; oft zeigt es sich auch als Fäden oder Fasern, die zuweilen sehr fein, häufig in einander geflochten (gestrickt) sind oder ein filziges Aussehen zeigen.

Als Metall findet sich das Silber beinahe in allen Schwefelsilberlagern, oder trifft man es manchmal für sich in beträchtlichen Massen an; besonders reichlich findet es sich in gewissen eisenhaltigen Thonsubstanzen, die man in Peru Pacos und in Mexiko Colorados nennt, wo es sich mit Silberhornerz findet.

Das gediegene Silber wird überall, wo es sich findet, sorgfältig ausgezogen; besonders aber liefern das Schwefelsilber (Silberglanz) in Europa, das Schwefel- und Chlorsilber in Mexiko und Peru das meiste Silber. Die alljährlich aus dem Schooße der Erde gewonnene Silbermenge beträgt ungefähr 1 Million Kilogramme, im Werthe von beinahe 200 Millionen Franken; hiezu liefert Amerika allein 9 Zehntheile des Ganzen. Man verwendet dieses Metall zu Münzen, Tafelgeschirr und vielen Zierathen. Die Versilberung geschieht durch die gleichen Mittel, wie die Vergoldung. In der Arzneikunde bedient man sich des geschmolzenen salpetersauren Silbers unter dem Namen Höllenstein zum Wegätzen gewisser Fleischauswüchse.

Quecksilber.

§. 129. Ein bei der gewöhnlichen Temperatur flüssiges Metall; ist silberweiß, flüchtig. Specifisches Gewicht = 13,60 bei 0°.

Es findet sich in der Natur theils im metallischen Zustand, theils als Schwefelquecksilber oder Zinnober, welches die Hauptmasse der Ablagerungen bildet; vorzugsweise kommt es in den untern Theilen des Flötzgebirges, in der Nähe der krystallinischen Ablagerungen vor. Es ist nicht sehr verbreitet und die Hauptbergwerke sind die von Idria bei Triest, von Almaden in Spanien, von der Pfalz am Rhein und von Huanca-Belica in Peru.

Die jährliche Ausbeute wird auf ungefähr $2\frac{1}{2}$ Millionen Kilogramme mit einem Werth von 12 Millionen Franken geschätzt, wozu Europa wenigstens 9 Zehntheile liefert. Der größte Theil dieses Metalls wird zum Ausziehen gold- und silberhaltiger Mineralien angewandt, weil das Quecksilber das Gold und Silber leicht auflöst; und um dadurch den größten Theil dieser kostbaren Metalle auszuziehen, hat man weiter nichts zu thun, als dieselben zuvor mit geringer Vorsicht zu zerstoßen (pochen). Auf dieser Eigenschaft beruht der sogenannte Amalgamationsprozeß. Daher geht auch ein großer Theil des Quecksilbers nach Amerika.

Das, was man als Spiegelbeleg gebraucht, ist ein Amalgam von Quecksilber und Zinn; es ist bekannt, daß das Quecksilber bei Verfertigung von Barometern und Thermometern seine Anwendung findet, daß sich in allen chemischen Laboratorien eine damit angefüllte Kufe zum Auffangen der Gase findet und daß einige Quecksilbersalze und Quecksilberpräparate in der Arzneikunde gebraucht werden.

Kupfer.

§. 130. Ein roth aussehendes, dehnbares und schmelzbares Metall mit einem unangenehmen Geruch, das von allen Körpern leicht angegriffen wird, sich an der Luft mit einem Ueberzug von Kupferoxyd oder grünem, kohlensaurem Kupfer bedeckt, und mit Leichtigkeit ein graugrünes unteressigsaures Kupfer bildet. Specifisches Gewicht = 8,87, wenn es gehämmert ist.

Das Kupfer findet sich zuweilen in Octaeder- und Würfelkrystallen oder auch in rectangulären Säulen (§. 47), gewöhnlich zu Dendriten zusammengehäuft; manchmal in unregelmäßigen Blättern, in Fäden oder Fasern, Nieren oder unter der Form kleiner dendritischer Aexern in mehreren Substanzen eingeschlossen: man führt deren an, die als vereinzelte Massen im Sande oder in den Flüssen vorkommen. Gediegen findet sich dieses Metall stets nur in sehr geringer Menge; es sind die einfachen und Doppelt-Sulfüre, welche zur Bereitung des Metalls im Großen ausgebeutet werden. Jährlich kommen ungefähr 20 Millionen Kilogramme dieses Metalls in einem Werth von beinahe 76 Millionen Franken in den Handel.

§. 131. Mehrere andere Metalle, z. B. das Wismuth, Antimon, der Arsenik und das Tellur kommen in kleiner Menge gediegen vor, treten aber auch in mehrere Verbindungen ein, von denen wir natürlich sprechen müssen, wo wir dann auch ihre Charaktere und Anwendung angeben werden.

Klasse der Sideride, Manganide u. s. w.

§. 132. **Charaktere dieser Gruppe.** — Wir haben hier eine Gruppe sehr natürlicher Körper vor uns, welche im oxydirten Zustand alle isomorph sind, und sich daher in den verschiedenen Verbindungen gegenseitig ersetzen können.

Als einfache Oxyde bestehen sie alle aus 3 At. Sauerstoff und 2 At. Basis; ein einziges von ihnen bildet außerdem noch ein höheres Oxyd, nämlich das Mangansuperoxyd = Mn, zwei Oxyde — der Korund und Eisenglanz sind deutlich krystallisirt, und nicht nur beziehen sie sich auf ein und dasselbe Krystallsystem, sondern sie sind auch noch identisch, insofern der eine einen Rhomboeder darstellt, der in den genauesten Messungen zwischen seinen Flächen Winkel von 86° 10′ und 93° 50′ zeigt und der andere Winkel von 86° 4′ und 93° 56′ gibt — in der That ein so kleiner Unterschied, daß er nicht mehr in Anschlag kommt. Das Chromoxyd gibt geschmolzen kleine Rhomboeder, die wir nicht messen konnten. Was den Braunit betrifft, so ist seine Form ein Octaeder, dessen Grundfläche ein Quadrat darstellt.

Das Göthit- und Manganithydrat, welche dieselbe chemische Formel haben, krystallisiren in demselben System. Die mit den Namen Magneteisen, Franklinit, Hausmanit und Siderochrom bezeichneten Ferrate, Manganate und Chromite haben die nämliche Formel, krystallisiren in regelmäßigen Octaedern oder in sehr nahe beisammenstehenden Octaedern mit quadratischen Grundflächen, und haben oft so sehr Aehnlichkeit mit einander, daß man sie mit dem bloßen Auge beinahe nicht von

einander zu unterscheiden vermag. Das Siderochrom ist öfters sogar ein Gemisch von Chromit und thonerdesaurem Eisen mit einer gleichen Formel. Endlich krystallisiren noch als regelmäßige Octaeder die Aluminate Spinell, Gahnit und Pleonast, obgleich sie eine verschiedene Zusammensetzung zeigen.

Die Analogien würden noch weit deutlicher ausgesprochen, noch weit merkwürdiger sein, wenn wir alle Produkte unserer chemischen Laboratorien, die sich auf diese Abtheilung beziehen, mit einander vergleichen würden.

Unter den hier zusammengestellten Körpern gibt es einige, die unsere Aufmerksamkeit noch specieller verdienen. Diese sind der Korund und der Spinell, welche der Bijouterie den orientalischen Rubin, den Saphir und den Spinell liefern; ferner das Eisen, den Eisenglanz, den Rafeneisenstein und das Magneteisen, von denen das erstere durch seine Entstehung merkwürdig ist und die übrigen wichtige Erze sind; endlich der Pyrolusit und Manganit, welche zur Bereitung des für die Bleichereien und Cotonfabriken so nützlichen Chlors dienen.

1. Gruppe der Aluminide.

Diejenigen Körper dieser Gruppe, welche durch Calcination Wasser abgeben, können in Säuren ungelöst werden, dagegen müssen die wasserfreien vor Allem erst mit Kali oder Natron zusammengeschmolzen werden. Die Auflösung gibt durch Ammoniak einen reichlichen Niederschlag von Thonerde, §. 99. 7).

Korund.

§. 133. **Charaktere.** — Eine wasserfreie, glas- oder steinartige Substanz, welche krystallisirt und sich alsdann in einen Rhomboeder von 84° 4′ und 95° 56′ spalten läßt. Specif. Gewicht bei der unter dem Namen Rubin bekannten Varietät = 4,28, bei dem Saphir und orientalischen Topas = 3,99 bis 4, und bei den gröberen Varietäten = 3,66. Der Korund ist unschmelzbar vor dem Löthrohr; seine Härte kommt gleich nach der Härte des Diamantes, und ist beträchtlich genug, um sämmtliche Körper ritzen zu können. Er besteht wesentlich aus Thonerde, ist aber oft mit fremden Substanzen gemischt.

Die Krystalle des Korundes sind entweder einfache oder an der Spitze stark abgestumpfte Rhomboeder; regelmäßige sechsseitige Säulen, mehr oder weniger spitze Dodecaeder mit gleichschenkligen Dreiecken, die oft, wie die nachstehenden Figuren, abgestumpft sind.

Man findet ihn auch als spaltbare Nieren und als eine körnige Masse.

Anwendung. — Zuweilen ist der Korund durchsichtig, sonst gelb, blau, roth, mehr oder weniger dunkel, manchmal grün. Die gelbe, blaue und rothe, besonders die beiden letzteren, sind bei der Bijouterie sehr gesucht, und werden öfters orientalischer Topas, Saphir und Rubin genannt; die sehr seltene grüne Varietät findet, wenn sie eine schöne Farbe zeigt, unter dem Namen orientalischer Smaragd ihre Anwendung. Der schön feuerfarbene und sehr reine Rubin ist ein schöner Stein, dessen Werth den des Diamantes weit übersteigt; am meisten geschätzt ist der lichtblaue oder indigoblaue Saphir und auch von hohem Werth. Die gröberen Varietäten des Korundes werden in ein mehr oder weniger feines Pulver verwandelt, das man unter dem Namen Smirgel zum Schleifen harter Körper anwendet; doch gibt man auch oft im Handel ganz verschiedenen Substanzen diesen Namen.

Vorkommen. — Diese Substanz gehört den krystallinischen Gesteinen an, in welchen er sich namentlich in Granit* eingesprengt findet. Insbesondere findet er sich auch im Basalte** und im doppelt kohlensauren Kalk und der doppelt kohlensauren Magnesia oder dem Dolomit. Oefters findet man sie auch als einzelne Krystalle im Sand, welcher von der Zerstörung der Felsen herkommt und durch die Flüsse fortgetragen wurde.

Die meisten Korunde finden sich im südlichen Asien (an den Küsten von Malabar, Tibet und China); auch finden wir in diesen Gegenden schon ganz geschliffene Steine; aber auch in den Graniten der Alpen und besonders in den Dolomiten des St. Gotthards, in dem Flusse Cavallly bei Puy, in der Landschaft Velay ꝛc. kommt er vor.

Spinell, Gahnit, Pleonast, Cymophan.

§. 134. Die drei ersten dieser wasserfreien Aluminiate mit einer Basis von Magnesia, Zink und Eisen finden sich in einem regelmäßigen Octaeder mit seinen verschiedenen Modifikationen krystallisirt. Sie sind glasartige, unschmelzbare und sehr harte Steine, welche alle andere Körper ritzen und nur von dem Korund geritzt werden. Sie gehören gleichfalls den krystallinischen Gesteinen an, finden sich in denselben, wie der Korund, eingesprengt, und kommen ebenfalls in dem Sande der Flüsse vor.

Der Spinell wird, wenn er schön roth aussieht, auch in der Bijouterie angewandt; die rosenrothen, die weinhefenfarbigen ꝛc. sind weit weniger geschätzt und heißen Rubinbalasse; ziemlich hübsch sind manchmal die blauen Varietäten. Diese Spinelle kommen uns gleichfalls schon ganz geschliffen aus Indien zu.

Der Gahnit oder Automolith (thonerdesaurer Zink) ist grünlich oder gräulich und in Talkstufstanzen eingestreut. Man kennt ihn nur noch in Schweden oder bei der Stadt Franklin in Nordamerika.

Der Pleonast ist ein schwarzes Mineral, das man in den Dolomiten findet, welche einen Theil von den Ueberresten bilden, womit der Monte-Somma, die Grundlage des Vesuvs, umgeben ist, oder welche in Tirol mit den krystallinischen Gesteinen vermischt vorkommen. Auch in den Basalt- und Trachyttrümmern trifft man den Pleonast an.

Auch der Cymophan oder Chrysoberyll ist ein in der Bijouterie sehr gesuchter Stein, der sich schön schleifen läßt und in Facetten geschliffen einen sehr schönen Effekt macht. Im Edelsteinhandel kennt

* Die Granite sind Gesteine, zusammengesetzt aus den drei Substanzen Glimmer, Feldspath und Quarz, die beinahe in gleichen Theilen mit einander verbunden sind und ein Ganzes mit einer körnigen Struktur bilden. Sind diese Substanzen durch eingemengte Blättchen vereinigt, so heißt das Gestein Gneiß, findet sich nur Quarz und Glimmer, so erhält das schieferige Gestein den Namen Glimmerschiefer. Verschwindet auch der Quarz, so wird das Gestein ein Thonschiefer genannt, der aus aufgeschichteten kleinen Blättchen zusammengesetzt ist und in Schieferthon übergeht.

** Die Basalte sind mehr oder weniger feste schwarze oder graue schiefrige Massen, welche einzeln stehende, oft sehr ausgedehnte Plateaux, zuweilen Basaltströme bilden, wo sie mit vulkanischen Kegeln in Verbindung stehen. Die einen und andern sind oft von mehr oder weniger beträchtlichen Massen verschlackter Stoffe begleitet (siehe die Geologie).

man ihn unter dem Namen orientalischer Chrysolyt und orientalischer Topas und verwechselt ihn oft mit dem gleichnamigen gelben Korund.

Der Cymophan ist ein gelber oder grünlichgelber Stein, der den Quarz ritzt, dagegen durch den Spinell geritzt wird; schmelzt vor dem Löthrohr nicht. Man findet ihn in rectangulären Prismen krystallisirt, die oft an allen Kanten und Ecken verändert sind, und besonders sechsseitige Säulen darstellen, die man bisweilen für gelbe Korunde hielt. Sonst kommt er auch als eine unförmliche kleine Masse vor. Die neueren Untersuchungen des Herrn Awdejew haben dargethan, daß er ein zuweilen reines, zuweilen mit Kieselerde gemengtes Glitzinerde-Aluminat ist. Diese Substanz findet sich in den nordamerikanischen Pegmatiten eingebrengt oder als abgerundete Krystalle im Sand von Brasilien und Ceylon zerstreut.

§. 135. Bis jetzt sind die verschiedenen Thonerde- und Aluminat-Hydrate Substanzen von geringem Belange.

2. Gruppe der Sideride.

Dies sind die Ko per, welche entweder vor oder nach Erhitzung mit Kohlenpulver in der Salpeterflamme aufgelöst werden können. Die Auflösung gibt durch Cyaneisenkalium einen reichlichen blauen Niederschlag.

Gediegen Eisen.

§. 136. a) **In den Meteorsteinen.** — Als Metall kommt das Eisen in den manchmal aus der Atmosphäre herabfallenden Steinen in einzelnen Körnern vor, oder zeigt es sich als erratische Massen, wovon einige Augenschts einer grossen Anzahl Menschen gefallen sind, und wovon die andern nach allen ihren Charakteren sehr wahrscheinlich einen ganz gleichen Ursprung haben.

Das Herabfallen der Meteorsteine aus der Atmosphäre ist eine schon von dem Alterthum her bekannte Thatsache, die man aber mit einer Art Erbitterung unter die Volksmärchen verwies bis zu dem Herabfallen der Meteorsteine zu Siena in Toskana, im Jahre 1794, zu Wolf-Cottage in Yorkshire, den 13 December 1795, zu Benares in Indien 1798. Nun waren mehrere tüchtige Köpfe, besonders in England überzeugt; aber die französischen Gelehrten blieben immer noch ungläubig bis zu dem Herabfallen der Steine von Aigle, am 26 April 1803. Dies Phänomen wurde auf eine Weise constatirt, daß keine Möglichkeit zu einem Zweifel mehr blieb; man glaubte endlich die in verschiedenen Werken aufgezeichneten zahlreichen Thatsachen, die man bis dahin ungeachtet der nach allen einzelnen Umständen angegebenen Details und ungeachtet der glaubwürdigsten Augenzeugen verworfen hatte. Diese Meteorsteine sind mehr oder weniger große abgerundete Massen, mit einer schwarzen Rinde bedeckt, manchmal glänzend und verglast. Das innere ist eine graue Masse, zusammengesetzt aus verschiedenen erdigen und metallischen Substanzen, von denen einige krystallisirt sind und die andern als kleine Kügelchen und kleine Adern erscheinen. Das Eisen findet sich darin mit Nickel und Chrom verbunden bei sämmtlichen Analysen, die damit gemacht worden sind.

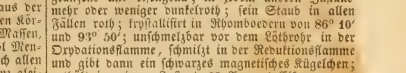
b) **In erratischen Blöcken** (blocs erratiques). Nicht weniger als das Fallen der Meteorsteine ist auch das gewisser Eisenblöcke erwiesen. Gewiß ist's, daß einer zu Hrasina bei Agram in Kroatien im Mai 1751 fiel, ein anderer zu Lahore in Hindostan, den 17. April 1621, ein dritter im Walde von Naundorf bei Meißen ꝛc. Diese Substanzen sind krystallinisch und hohlig, schließen Nickel und Chrom im Zustand einer Legirung ein, wie das Eisen, das sich in den Meteorsteinen findet. Nun gibt es auch an vielen Orten auf der Oberfläche der Erde mehr oder weniger große Eisenmassen, die auf jeder Bodenart, sogar auf der Dammerde herumliegen, gleichfalls höhlig sind und sowohl Nickel als Chrom einschließen, welche Substanzen man in keinem Eisen findet, das man in der Fabrikation verwendet; nach diesen ist es höchst wahrscheinlich, daß diese Massen, wie die vorigen, aus der Atmosphäre gefallen sind. Die berühmteste dieser Massen ist die bei der Stadt Jenisseik in Sibirien, wo sie von Pallas untersucht und deßwegen Pallaseisen genannt wurde; ihre Schwere wurde auf 700 Kilogr. geschätzt. Es gibt aber noch weit größere, z. B. eine von 14,000 Kilogr. zu Olumpa bei St. Jago, eine andere von 11,000 Kilogr. in der Umgebung von Durango in Mexiko; endlich führt man an den Ufern des Senegals eine ungeheure große an, die man für die größte von allen hält.

c) **In andern Lagen und in der Steinkohle.** — Kleine Quantitäten gediegenen Eisens hat man in verschiedenen Substanzen angeführt, z. B. im Quarz, im Eisenoxyd, im kohlensauren Eisenoxydul (Spatheisenstein) und in gewissen vulkanischen Produkten; übrigens ist hier die Sache noch nicht ganz bestimmt. Mehr oder weniger in Stahl umgebildet, findet es sich in der Steinkohle z. B. zu Labonische bei Neris in der Auvergne.

Eisenglanz. — Eisenoxyd, Glanzeisenstein.

§. 137. **Charaktere.** — Als Krystall metallglänzend und eisengrau; in jedem andern Zustand mehr oder weniger dunkelroth; sein Staub in allen Fällen roth; krystallisirt in Rhomboedern von 86° 10′ und 93° 50′; unschmelzbar vor dem Löthrohr in der Oxydationsflamme, schmilzt in der Reduktionsflamme und gibt dann ein schwarzes magnetisches Kügelchen; enthält in reinem Zustand 69 Procent Eisen.

Die Eisenglanzkrystalle stellen gewöhnlich Rhomboeder dar, welche, wie in den hier beigefügten Figuren entweder einfach oder an der Spitze stark abgestumpft sind, so daß sie sich sogar in dünne Blättchen verwandelt zeigen, oder durch einen stumpfern Rhomboeder zugespitzt und an den Seitenecken auf verschiedene Art verändert sind. Man findet auch sechsseitige, gewöhnlich sehr kurze Säulen, an der Spitze abgestumpfte und manchmal an drei Wechselkanten veränderte Dodekaeder.



Die großen metallglänzenden Massen besitzen eine blätterige, körnige, manchmal schiefrige Struktur mit mehr oder weniger dicken, aus kleinen dem Hammerschlag ähnlichen Schuppen zusammengesetzten Blättern; sonst sind sie auch aus kleinen untereinander gemengten Schuppen gebildet und in vielen Fällen ganz compact.

Die kein metallisches Aussehen zeigenden Varietäten sind manchmal auf kohlensaurem Kalk abgedrückt, dessen Formen sie mehr oder weniger deutlich bewahren; wo anders erscheinen sie als Stalaktiten mit einer faserigen Struktur und erhalten alsdann oft den Namen Blutstein; endlich bilden sie auch derbe oder erdige Massen.

Vorkommen. — Der Eisenglanz bildet mehr oder weniger beträchtliche Ablagerungen in den krystallinischen Gesteinen, wo er meistens einen Metallglanz zeigt, ferner entweder in den untern oder den mittlern Flötzablagerungen, wo er fast immer steinartig oder erdig ist. In den ersteren bildet er manchmal ganze Berge, wie z. B. zu Gellivara in Lappland, oder mächtige Lager und Gänge; zuweilen ersetzt er den Glimmer der Glimmerschiefer in einer bedeutenden Ausdehnung, wie am Berge Ziacomuli

in Braunkohlen und in einigen Glimmerschiefern der Bretagne. In den Flötzablagerungen findet er sich namentlich in solchen Theilen, welche die krystallinischen Gesteine begränzen. *

Dieses Mineral findet man in kleinen Theilen in den Graniten der Alpen, in den Rissen der Trachyten **) und den Laven ***), in den Kratern einiger alten und neuern Vulkane u. s. w.; in diesem Falle zeigt es sich in einem metallischen Zustand. In ertziger Beschaffenheit findet man es an sehr vielen Orten, wo es von der Zersetzung verschiedener Stoffe herrührt, und wo es beinahe immer mit Thonsubstanzen gemengt ist; es bildet alsdann die rothen Ocker.

Der Eisenglanz ist eines der wichtigsten Eisenerze und gibt im Allgemeinen das reinste Eisen. Für Schweden, wo es sich in großer Menge und besonders im Metallzustand findet, bildet es eine Quelle beträchtlicher und unerschöpflicher Reichthümer. Was in dieser Hinsicht Frankreich betrifft, so lassen sich hier eigentlich nur die Bergwerke der Insel Elba anführen, woher der größte Theil der schönen krystallisirten Exemplare unserer Mineraliensammlungen kommt; die übrigen Bergwerke, wie die Boulte im Departement Arriège, bieten uns steinartige und erdige Erze dar, oder ein theils metallisches, theils erdiges Gemisch, wie zu Framont in den Vogesen.

Die erdigen Varietäten werden oft zu den gröberen Malerfarben unter dem Namen Preußisch Roth und rothen Ocker angewandt; die thonreichsten bilden den sogenannten Röthel oder Blutstein. Gesucht sind die stalaktitischen Varietäten (faseriger Rotheisenstein oder rother Glaskopf), mit welchen man dem Silber und einigen Metallen den letzten Glanz gibt.

Limonit. — Eisenoxydhydrat, Bohnerz.

§. 138. Eine nicht metallische, braune oder gelbe Substanz, deren Staub roth ausfleht, gibt erhitzt Wasser und einen Rückstand von rothem Oxyd, welcher sich in der Reduktionsflamme wie der Eisenglanz verhält.

* Wir wollen hier einige Abtheilungen des Flötzgebirges anführen.

Die untersten Theile, bestehend aus schiefrigen Substanzen, aus Kalksteinen und besonders aus sandigen Gesteinen (Sandsteinen), bilden die sogenannten cambrischen, silurischen und devonischen Ablagerungen; sie sind wegen der organischen Ueberreste charakteristisch, deren Gattungen und Arten untergegangen sind. Ueber ihnen liegen die durch den Reichthum an Steinkohlen durch sandige Substanzen — den sogenannten Kohlensandstein — charakteristischen steinkohlenführenden Ablagerungen und verschiedene Kalksteinablagerungen. Weiter oben zeigen sich verschiedene miteinander abwechselnde Sandstein- und Kalkschichten — der rothe Sandstein, der Zechstein, der bunte Sandstein, der Muschelkalk, die bunten Mergel, bis zu den großen Ablagerungen, die man mit dem Namen Jurasormation bezeichnet hat. Diese hat an ihrer Basis den Lias, über welchem sich zahlreiche Abwechslungen, aus dem unteren Jurakalk und dem Oolith bestehend, befinden. Sie schließt mit besonderen Kalk- und Thonablagerungen, der Kreide vorausgehen. In den durch die Kreide begränzten Becken haben sich die Pariserkalke, die Grundlage der tertiären Formationen gebildet, die von verschiedenen, theils Meeres- theils Flußablagerungen bedeckt sind.

Jede dieser Ablagerungen kann mehr oder weniger den krystallinischen Gesteinen nahe liegen und zeigt sich oft wie von ihnen eingeschlossen, wo sie alsdann bemerkenswerthe Charaktere und Verhältnisse darbietet.

** Die Trachyte sind mehr oder weniger rauh anzufühlende, mehr oder weniger poröse, selbst in einigen Theilen verschlackte Gesteine, welche mit verglasten, bimssteinartigen Gesteinen u. s. w. in Verbindung stehen.

*** Laven nennt man steinige Substanzen, welche die Vulkane bei ihren Ausbrüchen auswerfen, und welche sich im feigartig geschmolzenen Zustand als Ströme über die Abhänge des Berges, zuweilen auf beträchtliche Entfernungen, ergießen.

Sie ist ein Hydrat, das 80 Procente Eisenoxyd und daher 55 Metall enthält. Manchmal zeigt sie sich als sehr kleine Nadeln, welche gerade rhombische Prismen mit einer Menge Veränderungen an den Ecken und Kanten darzustellen scheinen. Gewöhnlich aber findet sie in entlehnten Formen, nämlich in Würfeln und Octaedern, die von der Zersetzung des Schwefeleisens herrühren; ferner als Kugeln, ehemals gebildet aus diesen Krystallen als Rhomboedergruppen, die ein Produkt der Zerlegung des kohlensauren Eisens (Spatheisenstein), oder in Formen des kohlensauren Kalkes, dessen Krystalle entweder durch den Limonit bedeckt oder ersetzt wurden; häufig gehören diese Formen Muscheln und Madreporen an.

Diese Substanz kommt auch in Form von Stalaktiten, entweder mit einer faserigen oder mit einer dichten Struktur vor, die den Namen Brauneisenstein erhalten. Oft zeigt sie sich als große Nieren, die in ihrem Innern hohl sind und einen freien Kern von gleicher Substanz einschließen, den man im gemeinen Leben Adlerstein nennt. Sehr häufig tritt sie auch unter der Form von Oolithen, bald in freien, bald in fest mit einander verbundenen Körnern auf; manchmal ist sie schiefrig mit festen, durch Glimmerüberzüge getrennten Blättchen. Auch in derben, bald vollen, bald höhligen oder abgetheilten Massen zeigt sie sich. Endlich findet man sie in einem erdartigen Zustand, wo sie öfters mit Thonsubstanzen und manchmal mit Thonerdehydrat in der nämlichen Zusammensetzungsformel $Al^3\ H^3$ gemischt sind, wodurch sie sehr zart werden; so beschaffen bildet sie den gelben Ocker.

Vorkommen. — Der Limonit gehört ganz dem Flötzgebirge an; er bildet darin bedeutende Massen, die in den älteren Theilen oder in der Nähe des Urgebirges ihren Anfang nehmen und dann bis zu den neuesten Ablagerungen sich ausdehnen. In außerordentlicher Menge findet sich der Limonit in der Reihe der Sedimentgebilde, wo die politische Varietät eisenreiles mächtige Schichten und anderseits Lager bildet, welche in der Jurasormation Höhlen und Spalten ausgefüllt zu haben scheinen. Noch weiter oben findet man auch noch Schichten von der nämlichen Art, welche der Kreide vorausgehen, so wie auch mehr oder weniger gemischte erdige Ablagerungen.

Anwendung. — Auch diese Art ist für verschiedene Gegenden noch ein köstliches Eisenerz und beschäftigt besonders als Eisenoolith den größten Theil der zahlreichen Hüttenwerke Frankreichs — in der Normandie, in Berry, Burgund, Lothringen, der Franche-Comté. Man macht im Allgemeinen die Bemerkung, daß die regelmäßig in die Kalksteinablagerungen eingelagerten Eisenoolithschichten ein leichter brüchiges Eisen liefern, als die in den Höhlen und Spalten des Bodens gebildeten Ablagerungen; man schreibt diese Verschiedenheit der Gegenwart der durch die zahlreichen Ueberreste gebildeten Phosphate zu, die sich in den ersteren finden. Zeigt sich in dem Eisen mehr als 1 Procent Phosphor, so eignet es sich zu keinem Gebrauche mehr; ist es aber darin in sehr geringer Menge vorhanden, so geht daraus ein gewisser Härtegrad hervor, welcher in einigen Fällen von Vortheil ist.

Da diese Erzarten selten rein sind, so ist es bei ihnen nothwendiger als bei dem Eisenglanz, daß man überall ihre Zusammensetzung genau kenne, um bei ihrem Zugutmachen die geeigneten Mittel anzuwenden, die man Flußmittel (Zuschläge) nennt, und bald in Kalk, bald in Kieselerde bestehen, und die zum Zweck haben, daß sie mit den fremdartigen Substanzen leichtflüssige Verbindungen bilden, welche als Schlacken abfließen und das Metall frei geben.

Die mehr oder weniger mit Thonerde verbundenen,

erdigen Varietäten werden zu Farben ausgebeutet, die man als solche entweder in ihrem natürlichen Zustand anwendet, oder erst sorgfältig wascht (schlämmt). Die italienische Erde, die Umbra, sind nur Varietäten, gemischt mit Manganhydrat, welches der Masse einen gelblichen Ton gibt; auch die Erde von Sienna ist ein Ocker, welcher ein wenig wasserfreies Eisenoxyd einschließt und alsdann eine röthliche Farbe annimmt, was man öfters durch einfache Erhitzung bezweckt. Man erhitzt den gelben Ocker, um rothen daraus zu machen, indem man ihm durch dieses Mittel das Wasser entreißt.

Magneteisen. — Eisenoxyduloxyd.

§. 139. **Charaktere.** — Eine schwarze, metallglänzende Substanz, deren Staub schwarz aussieht; wird sowohl von der Magnetnadel als von einem magnetisirten Stab angezogen; schmilzt vor dem Löthrohr im Reduktionsfeuer und erleidet alsdann keine Veränderung.

Dieses Mineral besteht, wie sein Zeichen besagt, aus ungefähr 69 Eisenoxydul, verbunden mit 31 Eisenoxyd und enthält im Ganzen 72 Procent Metall; es ist demnach das reichhaltigste Eisenerz. Seine Krystallisation, so verschieden von der des Eisenglanzes, beziehet sich auf das kubische System; die Krystalle sind gewöhnlich einfache oder veränderte Octaeder, manchmal auch rhombische Dodecaeder.

Als Masse ist das Magneteisen blättrig oder derb, zuweilen erdartig.

Vorkommen und Anwendung. — Das Magneteisen gehört ausschließlich dem Urgebirge an. Oft ist es als Krystall in verschiedenen Felsarten eingesprengt, besonders in den Talkerdegesteinen dieser Formation; aber er bildet auch an verschiedenen Orten beträchtliche Ablagerungen und selbst ganze Berge, wie unter andern zu Taberg in Smoland. Andern Orts folgen mächtige Bänke auf einander und wiederholen sich in einem und demselben Gebirge mehrere Male. In dem ungeheuren großen Reichthume tritt es in Schweden und Norwegen auf; es ist das ausgezeichnetste Eisenerz, das sich am leichtesten zugut machen läßt. Das Eisen, das man daraus zieht, ist unter allen Eisenarten am reinsten, — ein Grund, warum man es in allen Theilen Europa's zu gewissen Arbeiten, zu denen es seiner Geschmeidigkeit wegen am geeignetsten ist, sucht. Es ist auch das einzige Eisenerz, das guten Gußstahl liefert. Dagegen ist es, wie man leicht begreift, eben wegen dieser Geschmeidigkeit zu allem untauglich, was einen gewissen Grad von Unbiegsamkeit erfordert, weßwegen man alsdann auch die mehr oder weniger unreinen Eisenarten verschiedener Oerter vorzieht.

Die derben Varietäten dieser Art, besonders diejenigen, bei denen man keinen Metallglanz entdeckt und in welchen Mischungen entweder von Eisenoxyd oder Eisenoxydhydrat bestehen, bilden den sogenannten Magneteisenstein, der heutigen Tages bei den physikalischen Experimenten durch die künstlichen Magnete ersetzt wird.

Bemerkung. — Wir werden später noch andere Eisenerzarten sehen, die gleichfalls wichtig sind, nämlich: einerseits ein Carbonat, anderseits ein Thonerdesilikat, welches weit ausgedehnte Ablagerungen bildet, die man ehedem mit dem körnigen Eisenerz verwechselte.

3. Gruppe der Manganide.

Dies sind Körper, die alle durch die Einwirkung der Chorwasserstoffsäure mehr oder weniger Chlor und durch Zusammenschmelzen mit Natron ein grünes Glas geben, die in Wasser, das sie grün färben und woraus sich allmählig ein braunes Oxyd niederschlägt, löslich sind.

Pyrolusit. — Graubraunsteinerz, Manganhyperoxyd.

§. 140. **Charaktere.** — Metallglanz, stahlgrau, der Staub ganz schwarz, der diese Substanz von allen andern Arten unterscheidet; Krystallisirt in schiefen rhombischen Prismen; vor dem Löthrohr unschmelzbar und wird rothbraun in der Reduktionsflamme; erzeugt ein lebhaftes Aufbrausen durch Zusammenschmelzen mit Borax und gibt alsdann ein amethystfarbenes Glas.

Der Pyrolusit, Mn, enthält unter allen Manganoxyden die größte Sauerstoffmenge, von dem er 12 Procent in hinlänglich andauernder Rothglühhitze verliert, um sich in ein rothes Oxyd umzuwandeln, das die Mineralogen Hausmanit nennen und durch seine Zusammensetzung, $mn\,Mn^3$, dem vorhin beschriebenen Eisenoxyduloxyd analog ist.

Diese Substanz tritt ziemlich häufig in länglichen, zu strahlenförmigen Massen vereinigten Krystallen auf; sie zeigt sich auch warzenförmig, und ein großer Theil bildet derbe, manchmal höhlige Massen, deren hohlen Räume durch die erdige Varietät ausgefüllt sind.

Vorkommen. — Die Pyrolusite gehören sowohl den krystallinischen Gesteinen als den Flözablagerungen an; sie bilden mehr oder weniger beträchtliche Massen, die man überall ausbeutet, wo sie sich nicht weit von den Straßen entfernt finden.

Anwendung. — Der Pyrolusit ist in den Künsten im hohen Grade nützlich zur Bereitung von Chlor und Chlorwasser für die Bleicherein und Färbereien. In den Glashütten wendet man ihn zum Reinigen des weißen Glases von den gelben durch den Kohlenstoff, der sich alsdann durch den in der Hitze freigewordenen Sauerstoff verbrannt findet, erzeugten Farben; überschreitet man aber die erforderliche Menge des Zuschlages, so nimmt das Glas eine violette Farbe an, was man nicht selten in den gewöhnlichen Glashütten sieht. In der Regel macht man das Manganoxyd in den chemischen Laboratorien durch Erhitzen des Braunsteines (Manganhyperoxyd) in einer Retorte, im Fall es nicht nöthig ist, daß man es sich in einem reinern Zustand verschafft.

Wegen dieser verschiedenartigen Anwendung muß man sich so viel als möglich reine Manganerze verschaffen, die nicht allein von allen fremdartigen Substanzen, mit denen sie sich häufig mischen, sondern auch von allen andern Arten, die sich auf der Tabelle angegeben finden, frei sind, weil sie, sobald sie weit weniger Sauerstoff enthalten, die Wirkung des Erzes, mit dem sie verbunden sind, in demselben Grade schwächen. Auch hat man die Substanzen sorgfältig zu erproben, um ihren Werth im Handel zu bestimmen, was dadurch geschieht, daß man einerseits sucht, wie viel Chlor eine gegebene Menge Erz erzeugt, und andererseits, wie viel Chlorwasserstoff dazu erforderlich ist; man berechnet den Preis eines Liters Chlor für jeden Stoff. Das reine Manganhyperoxyd darf nur eine Chlorwasserstoffmenge verzehren, die das doppelte von derjenigen beträgt, welche das erhaltene Chlor selbst erzeugt; nun erfordern aber gewisse Mischungen des Pyrulsites mit Manganit, Eisenoxyden, Kalk ꝛc. mehr als das Vierfache, was sogleich den Unterschied im Preise zeigt, den diese Stoffe (d. h. die Manganerze) haben müssen.

Manganit.

§. 141. **Charaktere.** — Als Krystall metallglänzend, im entgegengesetzten Fall schwarz; der Staub braun, was dieses Mineral sogleich von dem vorhergehenden unterscheidet, gibt Wasser ab durch Erhitzung und braust beim Schmelzen mit Borax nur wenig auf.

Man findet zuweilen Manganit in geraden rhombischen Säulen, die häufig unter sich vereinigt sind und strahlige oder faserige Massen, zuweilen mit locker verbundenen feinen Fasern, bilden. Auch unter der Form von kleinen warzenförmigen Massen, von Sta-

laktiten oder einem mehr oder weniger dicken Ueberzug über die Stalaktite des Limonits tritt er auf, und findet sich überdies noch wie der körnige Limonit, mit dem er alsdann mehr oder weniger gemischt ist, als Körner mit concentrischen Schichten. Einige kleine Nester oder gewisse Ueberzüge bestehen aus glänzenden, metallischen, mehr oder weniger zusammenhängenden Schuppen und geben in ereige Barietaten über. Dieses Mineral bildet die schwarzen Pflanzenzeichnungen auf der Oberfläche gewisser Kalksteine.

Die Zusammensetzung dieser Mineralart ist sehr verschieden von der ersteren, denn sie stellt nicht nur ein Hydrat dar, sondern das Wasser ist darin auch mit einem Oxyde verbunden, welches einer niederern Stufe angehört, als das den Pyrolusit bildende Oxyd. Deßhalb zeigt sie nur ein schwaches Aufbrausen mit dem Borax; auch gibt die Substanz bloß 3 Procent Sauerstoff bei der Rothglühhitze ab, woraus hervorgeht, daß sie selbst im reinen Zustand einen geringern Werth im Handel hat, und daß es namentlich zur Darstellung des Sauerstoffs nicht brauchbar ist.

Diese Substanz bildet in allen Gebirgsformationen beträchtliche Lager, und kommt sogar in größerem Reichthum vor, als der Pyrolusit, mit dem er übrigens oft verbunden ist. Die Ablagerungen von Lavetine in den Vogesen, der Boult im Departement Ardeche, von Saint-Jean-de-Gardonnenque in den Cevennen, der Abtei von Sept-Fonds im Departement Allier ꝛc. sind beinahe lauter Zusammensetzungen davon.

Bemerkungen. — Wir übergehen hier den Braunit, ein dem Eisenglanz (Eisenoxyd) entsprechendes wasserfreies Manganoxyd, weil er sich nur in geringer Menge vorfindet; und ebenso auch den Hausmanit, der nur ein rothes Oxyd ist, welches man durch die Cröizung erhält und noch seltener ist. Der Pitomelan hat bloß in so fern ein Interesse für uns, als er eine natürliche Verbindung eines Manganoxydes mit einer andern Basis ist, dessen Natur man noch nicht genau kennt; er begleitet namentlich den Pyrolusit von Romaneche, findet sich aber auch mit dem von Perigueux und an mehreren andern Lokalitäten. Das, was man rothes Zinkoxyd nennt, ist eine andere Verbindung des Manganoxydes mit den Eisen- und Zinkoxyden, die man noch nicht hinlänglich kennt.

4. Gruppe der Chromide.

Körper, die, mit Natron zusammengeschmolzen, in der Reduktionsflamme eine schöne grasgrüne und in der Oxydationsflamme eine gelbe Substanz geben.

§. 142. Der reine Chromoxider (Chromoxyd) ist grün, kommt in der Natur nicht häufig vor und ist von geringer Bedeutung. Seine Verbindung mit dem Eisenoxydul — das Chromeisen, das in großerer Menge vorkommt — ist sowohl in Beziehung der Proportionen als in Beziehung auf die Art des Eisenoxydes, das sich darin befindet, noch wenig bekannt. Es ist eine schwarze, metallische, als Octaeder krystallisirende Substanz, die nicht vor dem Löthrohr schmilzt und dem Magnet folgsam wird. Das Chromeisen bildet entweder Nester oder mehr oder weniger große Lager mitten in den Serventinen; so im Departement du Var und in Amerika bei Baltimore ꝛc. Man kennt ihn auch außerhalb seines natürlichen Fundorts als schwarzen Sand auf der Ile aux Baches bei St. Domingo, wo man ihn alsdann mit dem Titaneisen verwechselt.

Man baut dieses Chromeisen zur Fabrikation des chromsauren Kalis ab, welches zur Bereitung des chromsauren Bleis oder Chromgelbes dient, das in der Malerei und selbst in der Färberei gebraucht wird, wo es ein haltbares Gelb gibt. Auch bereitet man daraus das grüne Chromoxyd, das man als Farbe auf Email und Porzellan aufträgt.

Das chromsaure Blei oder Rothbleierz, Crokoit, das dem künstlich bereiteten ähnlich ist, findet sich in der Natur in länglichen, schiefen Säulen von ziemlich intensiv orangerother Farbe. Man trifft es nur in kleinen Quantitäten als Adern in goldhaltigen Quarz-Glimmergesteinen zu Beresof in Sibirien, wo es manchmal in Begleitung des Vauquelinits, einer Verbindung von chromsaurem Bleioxyd und chromsaurem Kupferoxyd, auftritt.

§. 143. Das vanadinsaure Bleioxyd (Vanadinbleierz, Vanadinit), das man zu Zimapan in Mexiko findet, wurde für chromsaures Blei gehalten, ehe man das Vanadium in den Schlacken der Eisenbergwerke von Jaberg in Schweden entdeckt hatte. Es ist ein seltenes Mineral, in kleinen, weißlichen, krystallinischen Massen, und besteht aus Chlorblei und aus basisch vanadinsaurem Bleioxyd, das beinahe mit drei Viertheilen des Gewichts in die Verbindung eintritt.

Man hat Vanadinbleierz zu Pontgibault in der Auvergne und vanadinsaures Eisen in Schweden angeführt. Das Vanadium soll sich in den Schlacken der Hüttenwerke von Mansfeld vorfinden.

Klassen der Tantalide, Tungsteine, Molybdide, Uranide.

§. 144. Zu dieser Gruppe gehören wenige Körper, die wichtig genug für denjenigen wären, der sich speciell mit dem Studium der Mineralien beschäftigen wollte; es werden für mehrere derselben schon einige wenige Worte hinreichend sein.

Das Uran kommt in der Natur in zwei Oxydationsstufen vor: das schwächere Oxyd, das hauptsächlich von einigen benachbarten silberführenden Ablagerungen in Sachsen und Böhmen herkommt, ist ein schwärzlicher, fettglänzender, schwerer, vor dem Löthrohr unschmelzlicher, in der Salpetersäure löslicher und mit Cyaneisenkalium einen blutrothen Niederschlag bildender Stoff. Diese Species ist es, die sämmtliche Uranpräparate unserer chemischen Laboratorien liefert.

Die Molybdäne bieten, so wie sie in der Natur vorkommen, bloß die Molybdänsäure, und zwar nur in geringer Quantität, als einen pulverförmigen Ueberzug über den Schwefelmolybdän (Molybdänglanz), von dem wir später reden werden, und das molybdänsaure Bleioxyd, $Pb\,Mo^3$, bar, das man seiner Farbe wegen häufig auch Gelbbleierz nennt. Dieses kommt besonders zu Bleiberg in Kärnthen vor, wo es sich in einem Bleierzlager findet, und stellt Krystalle, die dem quadratisch-prismatischen System angehören, am häufigsten aber sehr kurze Prismen oder undeutlich gewordene Lamellen dar, die davon herkommen. Die Charaktere der molybdänsauren Salze haben wir bereits §. 99, 7) angegeben.

Die Tungsteine zeigen uns drei wolframsaure Verbindungen von sehr bedeutendem specifischem Gewicht: das Scheelit oder Tungstein $Ca\,W^3$, Scheelitin $Pb\,W^3$, die isomorph sind, weiß aussehen und in Octaedern mit quadratischen Grundflächen vorkommen; und das Wolfram oder Eisenscheelerz, eine Doppelverbindung mit Eisenoxydul und Manganoxydul (wolframsaures Eisen- und Manganoxydul), die eine schwarze, glasmetallische Substanz in schiefen rhombischen, nach den Diagonalen spaltbaren Prismen darstellt. Diese letztere Substanz ist ziemlich gemein und findet sich häufig in Frankreich in den Graniten von Chanteloube und Puy-les-Vignes (Haute-Vienne), wo man übrigens auch noch den Tungstein findet. Die drei angegebenen Substanzen begleiten

oft auch das Zinnerz und sind häufig als die Vorzeichen davon betrachtet worden. Man bereitet aus dem Tungstein die Wolframsäure, von der wir §. 99, 7) gesprochen haben und die nur in den Laboratorien eine Anwendung findet.

Die Tantalide bieten einige sehr seltene tantalsaure Salze (Tantalate) mit einer Basis von Eisen und Mangan, welche sich von einander durch ihre Zusammensetzung und Form unterscheiden, sowie auch ein tantalsaures Salz mit einer Yttererdebasis dar; sie finden sich alle in krystallinische Gesteine von Baiern und Schweden eingestreut.

Klassen der Titanide und Stannide.

§. 145. Die Oxyde des Titans und des Zinns sind vollkommen isomorphe Körper, deren Analogie sich bis in das kleinste Detail verfolgt. Sie spielen meist die Rolle elektro-negativer Körper; aber der erste ist der einzige, welchen die Natur in Verbindung mit einer kleinen Anzahl anderer Materien darbietet. Es gibt nur wenige Kennzeichen der Zinnverbindungen mit verschiedenen Körpern.

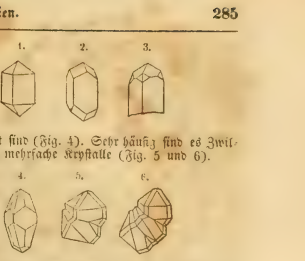
Die Titanide (Titanerze) bieten uns unmittelbar den Rutil oder Titansäure, in Verbindung mit titansaurem Manganoxyd dar. Diese Substanz ist in der Regel rothbraun, krystallisirt im prismatischen System mit quadratischer Basis, deren Krystalle, selten ausgebildet, häufig Gruppirungen bilden, welche denen des Zinnoxyds mehr oder weniger analog sind, manchmal auch wie die in Fig. 269 angezeigten. Er findet sich häufig in Granitgebirgen eingesprengt, wie zu Saint-Yrieix (Haute-Vienne) und zu Gourdon (Saone und Loire), in den Alpen und an vielen Orten. Wir haben auch einen blauen, viel selteneren Körper in kleinen quadratischen Octaedern, welchen man Anatas nennt und welchen man als das Prototyp des Titans ansehen gezwungen ist. Es gibt auch viel titansaure Eisen, welche verschiedene Species zu sein scheinen. Die einen von ihnen bilden einen schwarzen Sand, aus kleinen Octaedern gebildet, welchen man besonders in den Bächen basaltischer und trachytischer Gebirge begegnet; andere finden sich in kleinen Nestern in Felsen eingesprengt. Eine von diesen Arten ist unter dem Namen Chrichtonite bekannt und krystallisirt in spitzigen, stark abgestumpften Rhomboedern, oder in dünnen Blättchen.

Der titansaure und kieselsaure Kalk oder Sphen, welcher in schiefen rhombischen Säulen mit sehr verschiedenen Combinationen krystallisirt, findet sich in gewissen Granitmassen der Alpen reichlich eingesprengt, namentlich in der Nähe des St. Gotthard; in verschiedenen Hornblendegesteinen, welche dem Granitgebirge untergeordnet sind, wie in der Auvergne, Bretagne u. s. w.

Zinnoxyd. — Cassiterite, Zinnerz.

§. 146. **Charaktere.** — Das natürliche Zinnoxyd ist eine Materie, welche in der Regel braun, zuweilen weiß ist und im prismatischen System mit quadratischer Basis krystallisirt, wie der Rutil, mit welchem es isomorph ist; es ist vor dem Löthrohre unschmelzbar, reducirt sich schwer, wenn man keine Soda dazu nimmt. Es wird, obwohl schwer, von Salzsäure angegriffen, und die Auflösung gibt mit Chlorgold einen purpurnen Niederschlag. Im reinen Zustand enthält es 79 Procent metallisches Zinn.

Die Krystalle sind am häufigsten Säulen mit quadratischer Basis, die an der Spitze in vier Flächen endigen und auf verschiedene Art verändert sind (Fig. 1 bis 3); manchmal stellen sie achtseitige Pyramiden dar, die bald einfach, bald an den Ecken oder Seitenkanten



abgestumpft sind (Fig. 4). Sehr häufig sind es Zwillings- und mehrfache Krystalle (Fig. 5 und 6).

Das Zinnoxyd findet sich auch in tropfsteinähnlichen Formen, von fasriger Struktur, welche weiß Nollsteine darstellen, wo die verschiedenen Lagen der Vergrößerung durch verschiedene Farben sich unterscheiden und gewissen Hölzern ziemlich ähnlich werden; daher der Name Holzzinn.

Vorkommen. — Das Zinnoxyd gehört den krystallinischen Gebirgen an, wo es häufig eingesprengt ist; aber es setzt auch mächtige Massen zusammen und bildet selten Gänge. Es kommt selbst in dem untern Theil der Flötzgebirge vor, aber immer in der Nähe von krystallinischen Gebirgen, welche sich an jene anschließen. In verschiedenen Gegenden findet er sich in Form von Geröllen in gewissen Alluvialablagerungen; so kommt er in den benützten Ablagerungen in Mexiko und in Cornwall, sowie an der Küste von Piriac in der Bretagne vor.

Anwendung. — Das Zinnoxyd ist hauptsächlich dasjenige Mineral, aus welchem man das Zinn gewinnt. Es kommt ziemlich reichlich in der Natur vor, aber Frankreich besitzt nur Spuren davon an der Küste von Piriac in der Bretagne und zu Nantry bei Limoges. England und besonders Cornwall ist in dieser Beziehung das reichste Land in Europa; es liefert jährlich mehr als fünf Millionen Kilogramme Zinn in den Handel; Sachsen und Böhmen erzeugen davon nicht mehr als 600,000 Kilogramme. Vieles kommt vom südlichen Asien, von China, Malacca, Sumatra, Banca u. s. w., wo dieses Erz außerordentlich verbreitet scheint. Das Malaccazinn ist das reinste.

Klasse der Antimonide, Arsenide, Phosphoride.

§. 147. **Allgemeine Charaktere.** — Das Zinn, dessen natürliche Verbindungen wir so eben kennen gelernt haben, bildet einen Uebergang zwischen der gegenwärtigen und vorhergehenden Gruppe: einerseits durch die Sauerstoffverbindungen, welche in beiden Abtheilungen die Rollen von Säuren spielen; anderseits durch die Chlorüre, welche in demselben Fall sind. Die Chlorüre des Zinns, Antimons und Bismuths zeigen auch große Analogie, obwohl das erste mit den beiden andern isomorph zu sein scheint.

Antimon und Arsenik spielen in den Verbindungen, wo sie sich im metallischen Zustand befinden, genau dieselbe Rolle. Die Antimonüre und Arsenüre von derselben Formel sind isomorph, was uns die Natur besonders im Antimonnickel, Disomose und Cobaltin zeigt, und was man noch besser an den Kunstproducten beobachtet; bei diesen letztern lassen sich auch die Phosphüre mit den Arsenüren und Antimonüren vergleichen, mit welchen sie vollkommen isomorph sind. Sowohl die natürlichen als künstlichen Arseniate und Phosphate haben so viele Aehnlichkeit mit einander, daß man sie im ersten Augenblick nicht unterscheiden kann, und die wenigen Antimoniate, welche wir in

den Laboratorien kennen, bieten uns dieselben Erscheinungen dar.

Wismuth. — Wir vereinigen hier das Wismuth in Folge der Analogie, welchen seine künstlichen Zusammensetzungen zeigen, mit den Körpern derselben Formel, in welchen das Antimon als zusammensetzender Theil auftritt; aber in der Natur kennt man diese Substanz nur in freiem Zustande, oder die Rolle eines elektro-positiven Körpers spielend in den Sulfüren und Telluriüren.

Im freien Zustand ist das Wismuth ein Metall von röthlichweißer Farbe, sehr schmelzbar, eingesprengt in dendritischen Nestern in den Lagerstätten der Arsenüre des Kobalts, welche einen Theil der silberhaltigen Lager bilden. Es ist wenig verbreitet in der Natur und hat in den Künsten wenig Anwendung. Man benützt es insbesondere zu der Darcet'schen Metallegirung, welche unter der Temperatur des siedenden Wassers schmilzt und woraus man Sicherheitsplatten in Dampfkesseln fertigt.

Iridosmin. — Wir rechnen auch das Osmiür des Iridiums oder das Iridosmin hierher, eine seltene Substanz, welche in den Platinerzen in der Form von kleinen glänzenden, manchmal sechsseitigen Plättchen eingesprengt ist. Mit dem Arsenik scheint in der That das Osmium die größte Aehnlichkeit zu haben.

Die Körper dieser Klasse bieten uns vornehmlich drei Gruppen dar, in welchen wir einige Substanzen herausheben wollen, welche besonders nützlich in den Gewerben oder als Gegenstände der Naturgeschichte interessant sind.

1. Gruppe der Antimonide.

Körper, welche unmittelbar eine weiße Materie darstellen oder eine solche durch Calciniren geben, welche durch Hitze verflüchtigt, §. 99, 1. und §. 100, 2., durch Salzsäure angegriffen wird, woraus durch Wasser ein weißer, durch Hydrosulfate ein gelber Niederschlag entsteht.

§. 148. Antimon. — Dieses Metall findet sich gediegen in der Natur. Wenn es rein ist, nähert es sich dem silberweißen; aber wenn eine kleine Quantität Arsenik darin ist, nimmt es eine bläuliche Farbe an und wird an der Luft schwarz. Man kennt es als kleine blätterige Massen, die in arsenikhaltenden Erzen vorkommen.

Das im Handel vorkommende Antimon wird aus Schwefelantimon dargestellt. Seine wichtigste Anwendung ist die zu der Legirung der Buchdruckletternen, welche aus 1 Theil Antimon und 4 Theilen Blei besteht. Man verbindet es mit Zinn zu Tischgeräthen von Composition; 18 Theile Antimon und 100 Theile Zinn geben das sogenannte Metall des Prinzen Robert; es ist hart, silberweiß und nimmt eine schöne Politur an. Die Legirung des Antimons mit dem Kupfer und die des Antimons mit dem Eisen werden, die eine wegen ihres Glanzes und ihrer violetten Farbe, die andere wegen ihrer Härte, vielleicht einst noch Anwendung finden. Das Antimon ist ein Bestandtheil der Brechmittel, des Algaroth'schen Pulvers, des Mineralkermes und mehrerer pharmaceutischen Präparate.

Es gibt wenige Antimonüre in der Natur. Das des Silbers (discrase) krystallisirt in rechtwinkligen Säulen und findet sich in kleinen Quantitäten in arsenikführenden Silbergruben. Man kennt ein natürliches Oxyd dieses Metalls in perlmutterglänzenden Nadeln von derselben Art, wie dasjenige, welches man in den chemischen Fabriken Silberblüthen des Antimons nennt, und das dem Oxyd des Arseniks entspricht. Es kommen auch Spuren eines höheren, wasserhaltigen Oxyds, als erdiger Anflug auf dem Schwefelantimon vor. Endlich findet man den Kermes, eine Verbindung des ersten mit Schwefel; dies ist eine rothbraune, durchscheinende Substanz, welche in Nadeln krystallisirt, die rhomboedrische Prismen zu sein scheinen, und welcher oft die Ursache der Zersetzung von Sulfüren ist, von welchen wir später sprechen werden.

2. Gruppe der Arsenide.

Substanzen, welche durch einfache Röstung oder durch Calciniren mit Kohlenstaub Arsenikdämpfe entwinden, die man an ihrem Knoblauchgeruch erkennt.

Arsenik.

§. 149. Eine Substanz, welche auf frischem Bruch einen Metallglanz zeigt und an der Luft schnell schwarz wird; in einer geschlossenen Röhre in metallischem Zustande verflüchtigt werden kann und arsenige Säure in kleinen Krystallen gibt, wenn man sie in einer offenen Röhre röstet.

Der Arsenik findet sich in kleinen strahligen und fasrigen oder auf der Oberfläche warzenförmigen Massen, die aus concentrischen, oft körnigen Lagen bestehen. Er ist ziemlich häufig, doch nie in großer Menge vorhanden, und kommt in Metall führenden Schichten vorzüglich mit Schwefelsilber und Zinnoxyd vor.

Arseniüre.

§. 150. **Arsenikkobalt.** — Die wichtigsten Arseniüre sind die des Kobalts, deren es mindestens zwei Arten gibt. Das Doppelarseniür trägt vorzüglich den Namen Arsenikkobalt oder Smaltin. Dies ist eine metallische, auf frischem Bruche stahlgraue Substanz, die an der Luft matt wird; sie krystallisirt in verschieden veränderten Würfeln, oder findet sie sich in dendritischen Massen, welche den sogenannten gestrickten Kobalt bilden. Sonst ist sie warzenoder kugelförmig, von fasriger Struktur, oder endlich dicht. Solche, welche sich gewöhnlich an der Luft schwärzen, scheinen oft Arseniüre von der Formel $Co^2 Ar^3$ zu sein.

Das Doppeltarseniür, im Zustand der größten Reinheit, würde aus 28 Theilen Kobalt und 72 Theilen Arsenik bestehen, aber es ist häufig mit Arseniüren verschiedenen Ranges gemengt, von welchen die einen die Menge des Kobalts vermehren, die andern vermindern, woraus sehr verschiedene Mineralien entstehen, welche überdies mit den Arseniüren des Nickels, Eisens ꝛc. verunreinigt sind.

Diese Arseniüre bilden für sich allein nie Lager; sie begleiten das Schwefelsilber und den Chalkopyrit auf seinen Lagerstätten, besonders in den krystallinischen Gebirgen, wie in Sachsen, Böhmen ꝛc., selten in den Flötzgebirgen mit ersteren gemengt, wie zu Sainte-Marie-aux-Mines in den Vogesen, in Hessen, Hanau und Thüringen. An denjenigen Orten, wo sie ziemlich reichlich vorkommen, werden sie mit Sorgfalt gewonnen, um daraus das mehr oder minder reine Kobaltoxyd darzustellen, um namentlich die blauen Gläser zu bereiten, welche Smalte genannt und als Farben angewandt werden. Die schönsten werden in Pulverform unter dem Namen Ultramarin verkauft, den man nicht mit dem ächten Ultramarin verwechseln darf, den wir später kennen lernen werden; die andern kommen unter dem Namen Lasur in den Handel. Den Rückstand der Röstung der Kobalterze, mit mehr oder weniger Quarzsand gemengt, verkauft man auch unter dem Namen Safflor, der durch nochmalige Schmelzung blaue Gläser darstellt. Alles Blau auf Porzellan, auf Email, sogar auf den gemeinsten Töpferwaaren und alle blauen Gläser werden mit Kobaltpräparaten gemacht. Das Thenard'sche Blau ist ein Aluminat des Kobalts, welches man erhält, wenn man Auflösungen von Alaun und Kobalt mischt, und durch

kohlensaures Natron niederschlägt und glüht. Dies ist das Blau, welches man bei der Untersuchung thonerdehaltiger Substanzen erhält, §. 102, 2. Das Rimmannsche Grün ist ein Zinkat des Kobalts, das man auf ähnliche Weise erhält.

Man schätzt die Menge des aus der Erde zu Tage geförderten Kobalts ungefähr auf eine Million Kilogramme, welche in Smalte, in Oxyd und in die verschiedenen Präparate umgewandelt, einen Werth von 3 Millionen Franken haben. Sachsen und Schweden liefern es größtentheils, aber in letzterem dieser Länder ist der Schwefelarsenik, wovon sogleich die Rede sein wird, derjenige Körper, den man bearbeitet.

§. 151. **Arseniknickel.** — Es finden sich in der Natur Arsenüre des Nickels, welche denen des Kobalts entsprechen, mit welchen sie ohne Zweifel isomorph sind. Das gemeinste ist ein einfaches Arsenür $Ni\,Ar$, das man Arsenniknickel nennt. Es ist eine metallisch glänzende, röthliche Substanz, welche an der Luft nach und nach matt wird. Man kennt sie nicht krystallisirt. Sie ist in Salpetersäure auflöslich und ertheilt ihr eine schöne grüne Farbe. Die Auflösung wird durch Hinzufügen von Ammoniak blau und gibt mit Pottasche einen grünen Niederschlag.

Man kennt auch ein Doppelarsenür $Ni\,Ar^2$, welches denselben chemischen Charakter darbietet, aber stahlgrau, durch die Luft nicht veränderbar ist und in Würfeln krystallisirt, folglich wie der Arseniknickel, dessen Formel es entspricht. Die Analysen, welche durch die verschiedenen Mengungen oft sehr complicirt sind, scheinen auch auf die Existenz einer Zusammensetzung $Ni^2\,Ar^3$ hinzuweisen.

Diese Substanzen begleiten beinahe durchgehends die Arsenüre des Kobalts und werden zugleich mit ihnen ausgebeutet. Man bereitet durch Schmelzung eine metallische röthliche Materie, Speiß genannt, welche viel Nickel, Arsenik, Schwefel, Spuren von Kobalt und Kupfer enthält. Diese Substanz liefert der Handel, und dient zu einer Legirung, die man Packfung nennt, und schon seit langer Zeit in China angewandt wird; sie ist aus Kupfer, Zink und Nickel zusammengesetzt, und ahmt das Silber vollkommen nach. Diese Legirung ist es, welche man heutzutage unter dem Namen Maillechort verkauft, und die in vielen Fällen, wo man mit unendlich mehr Kosten Silber anwendet, gebraucht werden kann. Wenn es an der Luft etwas anläuft, läßt es sich mit der größten Leichtigkeit reinigen, und nimmt seinen ganzen Glanz wieder an.

Schwefel-Arsenüre.

§. 152. **Kobaltglanz.** — Man kennt in der Natur mehrere Verbindungen von Arsenüren und Sulfüren mit denselben Basen. Die interessanteste ist das Sulfo-Arsenür des Kobalts, das man auch Kobaltkies, Glanzkobalt und Kobaltin nennt. Diese Substanz ist ziemlich lebhaft metallisch glänzend, silberweiß oder röthlichweiß, krystallisirt im regulären System, und spaltet sich in Würfel. In diesem krystallisirten Zustande trifft man sie am häufigsten, und die Krystalle bieten die Fehler der Symmetrie dar, wovon wir §. 44. 3. gesprochen haben, d. h. es sind Würfel, die in Pentagon-Dodecaeder und selbst in Dodecaeder und Icosaeder übergehen, wo die Flächen des Octaeders mehr oder weniger entwickelt sind. Sie würde ungefähr die chemischen Charaktere des Kobaltglanzes besitzen, wenn man nicht beim Rösten den Schwefel und zugleich den Arsenik entdecken würde.

Der Kobaltkies enthält 35 % Metall, findet sich hauptsächlich in Schweden und Norwegen in mehr oder minder beträchtlichen Massen im krystallinischen Gebirge mit Chalkopyrit. Er wird sorgfältig gewonnen, um so mehr, als er reiner und an Kobalt reicher ist, als der Arsenikkobalt; er wird zu denselben Präparaten verwendet.

§. 153. **Disomose.** — Dies ist eine Substanz, welche nach derselben Formel zusammengesetzt ist, nur ist die Basis Nickel. Sie zeigt dieselbe Krystallisation und Spaltbarkeit wie der Kobaltkies, und beweist, daß sie mit demselben isomorph sein muß. Sie ist stahlgrau, nur in Schweden bekannt, wo sie den Kobaltkies begleitet. Man nennt sie auch Nickelkies.

§. 154. **Arsenikkies oder Mispikel.** — Diese Schwefelarsenüre des Eisens ist, wie die vorhergehenden, zusammengesetzt, krystallisirt nicht mehr im regulären System; sie findet sich vielleicht in Folge des Dimorphismus in geraden rhombischen Prismen, theils einzeln, theils in kleinen strahligen Massen gruppirt; man findet sie auch dicht oder körnig. Sie hat Metallglanz und eine silberweiße oder gelbliche Farbe. Sie löst sich in Salpetersäure auf, in welcher Auflösung Cyaneisenkalium einen reichlichen blauen Niederschlag erzeugt.

Dies Mineral findet sich häufig in gewissen Lagern der krystallinischen Gebirge eingesprengt, wohl auch in metallführenden Massen verschiedener Natur, besonders in denen des Zinnoxyds; aber es tritt auch selbstständig bald stockförmig, bald gangförmig auf. Es wird an einigen Orten gewonnen, um Arsenik daraus darzustellen, womit man Realgar und Opperment bereitet, welche in der Malerei Anwendung finden, oder arsenige Säure, welche dazu dient, das Scheelesche Grün (arsenitsaures Kupferoxyd) zu erhalten, das man in der Malerei anwendet und auch zu farbigen Papieren gebraucht: es ist eine sehr dauerhafte Farbe.

Arseniate und Arsenite.

§. 155. Unter den Mineralien dieser Reihe gibt es keinen Körper, dessen Kenntniß wichtig wäre; einige fesseln jedoch unsere Aufmerksamkeit durch ihre Formen oder ihre Farben.

Das arsenikfaure Bleioxyd oder Mimetèse, ist gewöhnlich eine gelbliche Substanz, krystallisirt in regelmäßigen sehr hübschen sechsseitigen Säulen, die ein Arseniate mit einer Chlorür verbunden uns darstellen.

Die arsenikfauren Kupferoxyde sind bemerkenswerth durch hellgrüne, dunkelgrüne, blangrüne Farben oder durch die Neigung zu faserigen Varietäten.

Das arsenikfaure Kobaltoxyd, oder Kobaltblüthe, hat im krystallisirten Zustande eine schöne violette Farbe und eine rosenrothe im pulverförmigen. Die arsenikfauren Salze mit derselben Basis bieten auch eine rosenrothe Farbe dar, die aber in Lila spielt.

Unter den Arseniaten des Eisens gibt es eines, welches sich heutzutage in den Gruben bildet, dies ist das Sideretin, welches das Peroxyd zur Basis hat; es hat eine braune Farbe, ist sehr zerbrechlich, gewöhnlich sehr glänzend auf dem Bruche und erinnert an Colophonium. Es enthält oft zugleich Arsenikfäure und Schwefelsäure, was beweist, daß es der Zersetzung der Sulfoarsenüre ihre Entstehung verdankt. Die Arseniate des Kalks stellen sehr kleine Krystalle dar, oder weiße krystallinische Quasten, meistens Begleitung und sogar gefärbt von dem rosenrothen arsenikfauren Kobaltoxyd.

Im Allgemeinen sind die Arseniate größtentheils neuere Produkte, welche sich heutzutage in den Ablagerungen der Arsenüre bilden.

Phosphoride.

Nichtmetallische Körper, welche durch Zusammenschmelzen mit Soda ein auflösliches Salz geben, dessen Auflösung mit salpetersaurem Bleioxyd einen weißen, mit salpetersaurem Silberoxyd einen gelben Niederschlag gibt.

Phosphate.

§. 156. Die Gruppe der Phosphoride enthält nur Phosphate, von welchen einige den Arseniaten entsprechen, aber noch größere Verschiedenheiten zeigen. In Beziehung auf Künste bietet sich wenig Erhebliches dar; aber einige Species verdienen unter andern Gesichtspunkten unsere Aufmerksamkeit.

Das phosphorsaure Bleioxyd oder Pyromorphit ist von derselben Formel wie das arsenikfaure Bleioxyd, und ihr vollkommen isomorph; es stellt eine Verbindung eines Phosphats mit einem Chlorür oder Fluorür dar, und findet sich zuweilen in regelmäßigen sechsseitigen Säulen mit verschiedenen Combinationen; am häufigsten kommt es in nadelförmigen Krystallen vor, durch deren Vereinigung faserige Massen entstehen, oder stalaktiten- und warzenförmig. Diese Substanz ist bemerkenswerth durch die Verschiedenheit und den Ton ihrer zufälligen Farben; sie findet sich in Metallablagerungen, und vorzüglich mit Bleiglanz: wir haben in Frankreich einige merkwürdige Fundorte desselben, Huelgoat in der Bretagne, Lacroix-aux-Mines in den Vogesen und Pongibaud in dem Puy-de-Dome.

Der phosphorsaure Kalk oder Apatit ist auf dieselbe Art zusammengesetzt und mit jenem isomorph. Er kommt in glasigen, weißen, durchscheinenden oder undurchsichtigen, zuweilen gefärbten Krystallen, meist in Gneiß und Glimmerschiefer eingesprengt, vor. Selten trifft man ihn in Metallablagerungen.

Es gibt hievon auch eine steinartige Varietät, welche, mit Lagern und Gängen von Quarz durchsetzt, ganze Hügel bildet, die man sogar zu Logrosso in Estremadura als Bausteine benützt. Auch finden sich Nieren von erdiger Struktur, im Steinkohlengebirge in der Kreide und den oberen Thonschichten, welche nicht dasselbe Phosphat, wie die Krystalle, zu sein scheinen.

Die Phosphate des Kupfers sind eben so verschieden als die Arseniate, welchen sie ihrer Zusammensetzung, ihrer Form und ihren Farben nach sehr gleichen, und welche sich auch in den Metallablagerungen finden.

Die Phosphate des Eisens sind wenig bekannt, kommen theils krystallisirt, theils als kleine Nüsse, theils, und zwar meistens, in kleinen erdigen Massen vor. Die meisten sind blau und werden natürliches Preußisch-Blau genannt; aber es gibt auch grüne. An einigen Orten sind die blauen Varietäten im Innern weiß, wie die Phosphate, welche man künstlich darstellt, indem man schwefelsaures Eisenoxyd oder Eisenoxydul durch ein phosphorsaures Alkali niederschlägt, welche, wie jene, blau werden, wenn man sie der Luft aussetzt.

Diese Phosphate finden sich theils in Metallablagerungen, wie in Cornwall, theils in Spalten der Basalte; der größte Theil der erdigen Abänderungen wird in den thonigen Ablagerungen des Flötzgebirges angetroffen.

Die Phosphate des Mangans oder vielleicht des Mangans und des Eisens sind auch verschiedener Art: die einen (der Triplit) sind braun, im Großen spaltbar; die andern röthlich und violett. Sie finden sich in den krystallinischen Gebirgen und namentlich hat man sie in den Graniten der Provinz Limousin angetroffen.

Man muß auch die Phosphate des Urans und des Kalks oder des Urans und des Kupfers unterscheiden: das erste ist durch seine schöne gelbe Farbe bemerkenswerth, findet sich sparsam in den Graniten von Marmagne bei Autun, und von Saint-Yrier bei Limoges; das andere hat eine grüne Farbe und findet sich vorzüglich in den Zinn führenden Ablagerungen von Cornwall und Böhmen. Diese beiden Substanzen sind isomorph und oft in kleinen quadratischen Prismen umeinander gruppirt.

Zu den Phosphaten der Thonerde gehört der Türkis, eine grünlichblaue Substanz, welche von den Juwelieren sehr gesucht ist; aber man muß zwei Arten unterscheiden: die eine, welche man Türkis vom alten Stein nennt, findet sich in Spalten, oder in Form von kleinen Nieren, in Thonmassen zu Nichabour in Persien; diese ist rein mineralischen Ursprungs. Die andere, Türkis vom neuen Stein, ist nichts anders als Zähne oder Knochen von Säugethieren, die im Schooße der Erde begraben waren, und welche zufällig eine grünlichblaue Farbe angenommen haben; sie ist viel weniger hart und weit weniger geschätzt. Man ahmt den Türkis durch Email vollkommen nach.

Klasse der Telluride, Selenide, Sulfuride.

§. 157. **Allgemeine Charaktere.** — Das Tellur, das Selen und der Schwefel sind Körper, welche meistens eine elektro-negative Rolle spielen und stets isomorph sind. Dies beobachtet man namentlich in den Laboratorien, denn es gibt wenige natürliche Verbindungen, die sich genau vergleichen lassen. Die nach derselben Formel zusammengesetzten Telluriüre, Seleniüre und Sulfüre sind der Form nach identisch und in Beziehung auf ihre übrigen physikalischen Eigenschaften so analog, daß man sie dem Ansehen nach nicht unterscheiden kann. Die Seleniate sind mit den Sulfaten isomorph, und die wenigen Telluriate, welche wir kennen, bieten dieselbe Aehnlichkeit dar.

Die Telluriüre, die Seleniüre und Sulfüre des Bleis und des Silbers, welche in der Natur vorkommen, können dem Ansehen nach nicht unterschieden werden. Diese Substanzen sind nicht alle krystallisirt; aber diejenigen, welche Blei als Base besitzen, zeigen gleichförmige hübsche rechtwinklige Spaltbarkeit, und zwar nach aller Wahrscheinlichkeit kubische, wie das Schwefelblei. Der Eukairit zeigt ebenso die größte Analogie mit dem Strohmayerin, der nach derselben Formel zusammengesetzt ist.

Alle diese Umstände reichen zur Genüge hin, um diese verschiedenen Körper sich zu nähern. Sie bilden zusammengenommen überdies ein Zwischenglied zwischen den Arseniden und Chloriden; denn auf der einen Seite verflüchtigen sich Tellur, Selen, Schwefel wie der Arsenik im unverbundenen Zustande, und bilden auch flüchtige Oxyde; auf der andern Seite geht das Tellur, wie der Arsenik und der Phosphor, mit dem Wasserstoff gasförmige Verbindungen ein, während das Selen und der Schwefel im Stande ist, Wasserstoffsäuren zu bilden, wie das Jod und Chlor u. s. w.

1. Gruppe der Sulfuride.

Meist feste Körper, einige flüssig oder gasförmig; sie lassen Dämpfe von schwefliger Säure entwerfen, entweder unmittelbar, oder durch Verbrennung, oder durch Einwirkung von Kohlenstaub mit Hülfe der Wärme; oder sie entwickeln Schwefelwasserstoffgas, wenn man sie allein oder mit Kohle gemengt mit kohlensaurem Kali behandelt hat und den Niederschlag in gesäuertes Wasser wirft.

Schwefel.

§. 158. **Eigenschaften.** — Eine gelbe Substanz, welche in Folge von Beimengungen bie und da grünlich, bräunlich, röthlich ist; sie gehört in das gerade rechtwinklichte, prismatische Krystallsystem; ist leicht schmelzbar, sogar flüchtig, sehr verbrennbar und verwandelt sich in schwefelige Säure, ohne einen Rückstand zu lassen, wenn sie rein ist.

Sie findet sich ziemlich häufig in Krystallen, welche ziemlich spitzige Octaeder mit rhombischer Basis und verschieden verändert sind; manchmal in nadelförmigen Krystallen oder in Stalaktiten; häufig; als dichte durchscheinende oder undurchsichtige Masse und zuweilen im erdigen pulverförmigen oder angeflogenen Zustande, und zeigt alsdann eine blasse Farbe.

Vorkommen. — Der Schwefel findet sich in allen Gebirgsarten. Er kommt in Ungarn, Brasilien, Peru in Quarzlagern vor, welche den Glimmer- und Feldspathgesteinen untergeordnet sind, die einen Theil des Urgebirgs bilden. Man kennt ihn auch in einigen metallführenden Gängen, welche analoge Gesteine durchsetzen; aber er ist viel häufiger in den Flötzgebirgen, wo er sich in allen Schichten findet, und beinah immer in Begleitung von Gyps, von verschiedenen Thonen und oft von Steinsalz: man hat ihn bis zum Gyps in der Umgegend von Paris gefunden. Am häufigsten jedoch ist er in denjenigen Theilen der Gebirgsarten, welche an noch thätige Vulkane angrenzen; in Sicilien z. B. bilden er, außer den Adern und Nestern, welche in großer Anzahl im ganzen Flötzgebirge zerstreut sind, mehr oder minder mächtige, regelmäßige Lager, gemengt mit Thon, schwefelsaurem und kohlensaurem Kalk, welche eine Mächtigkeit von 6 Metern erreichen. In Island bildet er ebenfalls sehr ausgedehnte Lager derselben Art, er kommt daselbst in wenig zusammenhängenden Körnern vor, welche man wie den Sand mittelst der Schaufel gewinnen kann. Die Menge daselbst soll so groß sein, daß diese Insel allein die ganze Erde damit versehen könnte, obgleich man wegen der sich entwickelnden Wärme genöthigt ist, bei einem oder 2 Meter Tiefe einzudringen.

Alle thätigen Vulkane erzeugen Schwefel; er verflüchtigt sich in Menge aus den Spalten, welche sich in den Kratern finden, und alle benachbarten Gegenstände werden täglich damit bedeckt. Die Solfataren, eine Art alter Krater, welche noch in einiger Thätigkeit sind, liefern auch eine große Menge hievon, welcher sich aus den Spalten des Bodens zugleich mit schwefliger Säure, Salzsäure und Wasserdampf verflüchtigt.

Die mit Schwefelwasserstoff geschwängerten Wasser, welche an verschiedenen Orten aus dem Innern der Erde hervorquellen, setzen täglich erdigen oder pulverförmigen Schwefel auf ihrem Weg ab; ähnlichen Umständen verdanken ohne Zweifel die Schwefelablagerungen ihre Entstehung, welche man in gewissen Seen in Sibirien beobachtet hat. Es entsteht täglich Schwefel durch Zersetzung von Sulfaten an den Orten, wo solche Salze mit organischen Materien in Zersetzung begriffen sind.

Sulfure.

§. 159. **Allgemeine Charaktere.** — Die meisten Sulfüre sind feste, metallglänzende Körper, geben größtentheils beim Rösten einen Schwefelgeruch von sich und lassen einen Rückstand zurück, der die Substanzen verräth, mit denen der Schwefel verbunden ist. Bei einigen sind selbst ihre Basen oder ihre Oxyde flüchtig und machen sich auch durch die Hitze frei (§. 99, 1 und 2).

Sie geben alle durch Zusammenschmelzen mit Natron einen Stoff, welcher durch die Einwirkung von gesäuertem Wasser Schwefelwasserstoff entwickeln läßt. Auch sind sie in Salpetersäure löslich, wobei Salpetergas frei wird; die Auflösung gibt einen Niederschlag durch salpetersauren Baryt, welcher die gebildete Schwefelsäure anzeigt, und hierauf durch verschiedene Reagentien, welche die Natur der Basen erkennen lassen.

Es gibt hinsichtlich der Zusammensetzung verschiedene Arten von Sulfüren, insofern die einen einfach, die andern doppelt oder selbst dreifach und manchmal noch zusammengesetzter sind, in Folge der isomorphen Substitutionen. Die einfachen Sulfüre sind zusammengesetzt:

Meistens aus	1 Atom Basis	1 Atom Schwefel.
Einige aus	1 At.	Basis	2 At.	Schwefel.
Selten aus	2 At.	Basis	1 At.	Schwefel.
Sonst auch aus	2 At.	Basis	3 At.	Schwefel.

Außerordentlich mannigfaltig sind die doppelten oder dreifachen Zusammensetzungen.

Analogien, welche die Arten unter sich haben. — Alle diese Verbindungen, sowohl die einfachen als doppelten und dreifachen zeigen unter einander die größten physikalischen Analogien. Die meisten besitzen einen Metallglanz; eine große Anzahl unter ihnen krystallisirt im tesseralen System; dies sind besonders der Silberglanz, das Zinkblende und der Bleiglanz, bei welchen die Formel ihrer Zusammensetzung gleich ist. Das gleiche ist bei dem gemeinen Pyrit (Schwefelkies) — einem Doppelt-sulfür, der Fall. Die einen gehören dem rhombischen System an, z. B. die Monosulfüre Chalkosin und Zinnober, das Doppelsulfür Molybdänglanz, die Doppelsulfüre Silberblende und Prustit. Die übrigen gehören theils dem geraden prismatischen, theils dem schiefen prismatischen System an, oder zeigen sie keine Spur von einer Krystallform.

Vorkommen, Wichtigkeit. — Die meisten Sulfüre bilden in den krystallinischen Gebirgen Gänge oder Lager; manchmal auch in den Flötzablagerungen und besonders in denjenigen Punkten, wo sie in der Nähe der ersteren sich befinden. Es sind darunter sehr viele, die insofern sehr wichtig sind, als sie diejenigen Erze liefern, aus denen man die nützlichsten Metalle — das Silber, das Blei, das Kupfer, den Zink, das Quecksilber, das Antimon ꝛc. gewinnt. Wir werden uns daher auch mit ihnen noch specieller beschäftigen.

Schwefelwasserstoffgas.

§. 160. **Charaktere.** — Gasförmig, farblos, nach verfaulten Eiern riechend; im Wasser löslich, dem es seinen Geruch mittheilt. Verbrennt in Berührung mit einer Flamme und verwandelt sich alsdann in Wasser und schwefelige Säure.

Zustand. — Dieser Stoff entwickelt sich häufig als ein Gas aus den Vulkanen und den Spalten, die sich bei den Erdbeben im Boden bilden. Hauptsächlich aber findet er sich im Wasser aufgelöst an sehr vielen Oertern, wo er die Schwefelquellen oder Schwefelwasser bildet. Von dieser Art sind z. B. die Wasser von Bereges, Bagnères u. s. w. in den Pyrenäen; von Bourbon-l'Archambault im Allier-Departement, von Greoulx (Niederalpen), von Enghien bei Paris; oder des Schlammes von Saint-Amand bei Valenciennes u. s. w. Diese Gewässer werden mit Vortheil bei gewissen Krankheiten, namentlich bei äußerlichen angewandt. Im Sie innerlich zu gebrauchen, macht man sie schwächer.

Das Schwefelwasserstoffgas findet sich manchmal in den Poren gewisser Substanzen eingeschlossen, wo es einigermaßen verdichtet ist. So gehen z. B. die Schwefelmassen eine große Menge dieses Gases in dem Augenblick frei, wo sie aus dem Innern der Erde kommen; in gleichem Falle befinden sich die erdigen Ablagerungen, in welchen sie vorkommen.

Silberglanz. — Schwefelsilber, Silbererz.

§. 161. **Charaktere.** — Ein metallischer Stoff, stahl- und bleigrau, wenig glänzent, im kubischen System krystallisirend, läßt sich nicht spalten; leicht dehnbar und kann mit einem schneidenden Instrumente geschnitten werden.

Schmilzt vor dem Löthrohr und läßt sich auf der Kohle zu einem metallischen Silberkorn reduciren; ist in Salpetersäure auflöslich und schlägt sich als Silber auf einem Kupferstab nieder.

Dieses Mineral enthält im reinen Zustand 87 Procent Silber.

Der Silberglanz findet sich häufig in Würfeln und Octaedern, die bisweilen zu Dendriten zusammengehäuft sind, oder auch in geraden und gewundenen Fäden und in kleinen warzenförmigen Massen.

Vorkommen. — Diese Substanz findet sich in Gängen und in mehr oder weniger reichen Lagern,* wo sie mehr oder weniger reichlich in den krystallinischen Gebirgsarten oder auch in den benachbarten Flözablagerungen erscheint; sie ist fast immer von Schwefelblei begleitet, das häufig der vorherrschende Theil ist. Die berühmtesten Ablagerungen Europa's sind die von Ungarn und Siebenbürgen; dann folgen die Bergwerke von Kongsberg in Norwegen, von Sala in Schweden, von den Umgebungen von Freiberg in Sachsen, von Mannsfeld und Westphalen. Der unter dem Aequator liegende Theil Amerika's ist auch noch in dieser Beziehung der reichste: so bieten unter andern Mexiko und Peru Silberglanzablagerungen dar, die sich durch ihre Mächtigkeit, Reinheit und Ausdehnung im hohen Grade auszeichnen und Millionen Zentner Silber liefern könnten, wenn es in diesen Ländern nicht an Arbeitern, Wasser und Brennmaterial fehlen würde. Uebrigens enthalten beinahe alle Bleiglanzablagerungen entweder Schwefelsilber oder eingesprengtes, gediegenes Silber, das man in allen Bergwerken durch verschiedene Prozesse auszieht.

Bleiglanz. — Schwefelblei, Bleierz.

§. 162. Eine metallische Substanz, bleigrau, glänzend, krystallisirt in Würfel, die sich parallel mit den Flächen spalten läßt; nicht dehnbar und kratzt sich auf, wenn man es schneiden will.

Auf der Kohle läßt es sich leicht zu Metall reduziren, ist in Salpetersäure auflöslich, und gibt durch die Wirkung eines Zinkstabes glänzende, bleigraue Metallblättchen; es enthält 87 Procent reines Blei.

Der Bleiglanz findet sich ziemlich häufig in Würfeln und Octaedern und in verschiedenen Combinationen derselben; auch zeigt er sich unter den kohlen- und phosphorsaurem Blei enthehnten Formen, welche durch die Zersetzung in den Zustand eines Sulfürs übergegangen sind, §. 61; doch findet er sich hauptsächlich in mehr oder weniger feinblättrigen Massen.

Vorkommen, Anwendung. — Diese Substanz kommt in allen Gebirgsarten vor, sowohl in den krystallinischen Gebilden als in den Flözablagerungen, den Lias ausgenommen, der den mittleren Theil in der Reihe der letzteren bildet (§. 137, Anmerkung). Sie bildet Gänge, Lager und Schichten, wo sie fast immer von Zinkblende oder Schwefelkink, von verschiedenen Bleisalzen, von schwefelsaurem Baryt, von Flußspath ꝛc. begleitet ist. Manchmal ist sie in sandigen Substanzen, in zahlreichen, kleinen Nestern verbreitet. Andern Orts findet sie sich vollständig mit kieselerdigen oder andern Stoffen in so feinen Theilchen gemengt, daß daraus eine gleichartige und compacte Masse hervorgeht.

Die Bleiglanzablagerungen sind zwar sehr ergiebig, aber ungleich auf der Erdoberfläche vertheilt. Frankreich besitzt nur wenig; die merkwürdigsten Bergwerke dieser Art sind in diesem Lande die von Poullaoen und Huelgoat in der Bretagne; es finden sich jedoch deren auch noch in den Vogesen, im Yère-Departement, dem Lozèregebirge, im Departement des Tarn, in dem des Var, im Cantal und Puy-de-Dome. Am meisten Bleiglanz liefert England, besonders Derbyshire und Northumberland; denn es erzeugt für sich allein mehr als die Hälfte dessen, was Europa gibt, dessen jährliche Produktion nahezu an 25 Millionen Kilogramme in einem mittleren Werth von 20 Millionen Franken beträgt.

Der rohe Bleiglanz dient, in Pulver verwandelt, unter welcher Form man ihn Töpfererz (Bleierz) nennt, zur Bildung einer Glasur für die gröberen Töpferwaaren. Er wird vorerst in Bleiglätte verwandelt, welches auf der Oberfläche des Töpfergeschirrs zu einer gelben Glasur schmilzt, die man durch Kupfer- und Manganoxyde auch grün färbt. Aus diesem nämlichen Pulver macht man auch die Metallpapiere, womit man Schachteln, kleine Kofferchen ꝛc. bedeckt.

Zinkblende, Blende. — Schwefelzink.

§. 163. **Charaktere.** — Kein metallisches Aussehen, gelblich oder braun, krystallisirt im kubischen System; die Krystalle lassen sich zu Tetraeder, Octaeder oder auch Rautendodecaeder spalten.

Unschmelzbar vor dem Löthrohr, nicht reduzirbar; die Auflösung in Salpetersäure ist ziemlich schwierig und gibt mit Ammoniak einen weißen Niederschlag, der sich durch einen Ueberschuß von Alkali wieder auflöst.

Enthält im reinen Zustand 67 Procent Metall, ist aber häufig mit dem Protosulfür des Eisens verbunden, wodurch eine mehr oder weniger dunkelbraune Färbung entsteht.

In den Mineraliensammlungen sieht man die Zinkblende häufig als Tetraeder und Octaeder, die verschiedenartig verändert sind. Die großen Massen, die sie im Innern der Erde bilden, besitzen meist eine blättrige Struktur.

Vorkommen, Anwendung. — Die Zinkblende bildet selten für sich allein Lager; sie tritt hauptsächlich mit dem Bleiglanz und oft in beträchtlicher Menge auf. Sie wurde lange Zeit als unnütz weggeworfen; seitdem aber der Zink im Metallzustand zu einer Menge Sachen angewandt wird, baut man sie noch insbesondere ab, um aus ihr das Metall oder dessen Oxyd auszuziehen, das zur Bereitung des Messings, einer in den Künsten äußerst nützlichen Verbindung von Zink und Kupfer (35 Theile Zink und 65 Theile Kupfer), angewandt wird. Diese Verbindung bereitete man früher einzig und allein aus dem Kieselgalmey oder Kieselsauren Zink, von dem später die Rede sein wird.

Es ist demnach die Blende ein wichtiges Mineral geworden, und wird es immer noch mehr werden, weil die Anwendung des Zinkes sich tagtäglich weiter ausdehnt.

Bei der Wahl des metallischen Zinkes, den man anwenden will, hat man viele Vorsicht nöthig, weil sich sehr beträchtliche Härteunterschiede bei diesem Metall finden. Im Allgemeinen muß dasjenige Zinkmetall, das Eisen enthält, wodurch es immer spröde und brüchig wird, verworfen werden, und zwar nicht allein dieses Uebelstandes wegen, sondern auch noch wegen seiner schnellern Oxydation. Vor allen andern verdient das reine Zink den Vorzug.

§. 164. Das Cadmium findet sich als Sulfür mit Blende gemischt, worin es sich immer in sehr kleinen Quantitäten findet. Auch hat man es als sehr kleine gelbe oder röthliche krystallinische Ablagerungen in den Bleibergwerken von Leadhills in Schottland angeführt.

Man stellt das Cadmium für den Gebrauch in den Laboratorien aus dem sogenannten Ofengalmey (Cutia) dar, welches sich während der Behandlung der Zinkerze in den Kamine begibt; es findet sich hier in größerer Menge als im Erze selbst, weil seine Zusammensetzungen flüchtiger als die des Zinkes sind.

Zinnober. — Schwefelqueckſilber.

§. 165. Kein metallisches Aussehen, roth oder braun, in Pulverform schön roth, sehr schwer, im rhomboedrischen System krystallisirend, in sechseitige Prismen spaltbar.

Verflüchtigt ohne Rückstand in einer geschlossenen Rohre und gibt Quecksilberkügelchen, wenn man ihn

* Die Erzgänge und Erzlager sind oft größtentheils aus fleiligten oder erdigen Substanzen gebildet, wo Erz in Adern und Nestern verbreitet liegt, wodurch die Ablagerungen mehr oder weniger reich macht.

vorher mit kohlensaurem Natron mengt; wird in Königswasser aufgelöst und schlägt sich alsdann auf einen Kupferstab als Quecksilber nieder.

Besteht aus 86 Procent Quecksilber und 14 Procent Schwefel.

Die Zinnoberkrystalle sind gewöhnlich klein und selten; die europäischen stellen immer Combinationen von Rhomboedern dar, während die von China größer und sechsseitige Säulen sind, die sich an ihren Flächen spalten lassen.

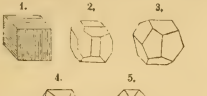
Am häufigsten findet man den Zinnober als körnige oder dichte Massen, zuweilen auch erdig und die thonigen oder andern Substanzen färbend, wovon er begleitet ist. Wir haben bereits §. 129 die Hauptlagerstätten des Zinnobers angegeben; aus dieser Substanz stellt man das Quecksilber für die täglichen Bedürfnisse dar.

Pyrit. — Schwefeleisen, Schwefelkies, Markasit.

§. 166. **Unterscheidung zweier Arten.** — Eine goldgelbe oder grünlichgelbe metallische Substanz.

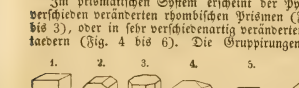
Die Auflösung in Salpetersäure bildet mit Cyaneisenkalium einen reichlichen blauen Niederschlag.

Diese Substanz tritt in zwei Krystallsystemen auf: im kubischen und im rhombischen prismatischen System. Im ersteren ist die Farbe gelber und der Glanz stärker; die sehr verschiedenartigen Krystalle zeigen sich als Würfel, die nach den drei Dimensionen gestreift sind (Fig. 1), oder als Pentagonaldodecaeder (Fig. 3), als Icosaeder (Fig. 4 und 5), die auf sehr viele



Arten verändert sind und im Allgemeinen schöne Polyeder darstellen.

Im prismatischen System erscheint der Pyrit in verschieden veränderten rhombischen Prismen (Fig. 1 bis 3), oder in sehr verschiedenartig veränderten Octaedern (Fig. 4 bis 6). Die Gruppirungen sind



gleichfalls sehr merkwürdig in dieser Species, wo sich die aus ungestalteten Octaedern zusammengesetzten Octaedern befinden, von denen bereits bei der Figur 269 die Rede war.

Die Würfel erhalten sich vollkommen gut; dagegen zersetzen sich mit der größten Leichtigkeit die prismatischen Gestalten und im Allgemeinen sämmtliche Pyrite in diesem Aggregatzustand der Molekülе, und können nie lange in den mineralogischen Sammlungen aufbewahrt werden; sie erhalten zuerst Risse, schwellen auf und verwandeln sich in schwefelsaures Eisen. Man nennt diese Varietäten **weißen Pyrit, weißes Schwefeleisen und Speerkies.**

Außer den Krystallformen, zeigen diese Eisensulfüre, namentlich das zweite, auch noch Dendriten, Kugeln, deren Oberfläche mit Krystallen bedeckt ist, warzige Massen, Stalaktiten; ferner Gestalten, welche den Muscheln, insonderheit den Ammoniten, entlehnt sind, die Form von Hölzern, u. s. w. Auch findet man sie in kleinen faserigen und dichten Massen.

Häufig erleiden die Eisensulfüre eine Zersetzung in der Natur, ohne die Formen zu verlieren, in denen die Stoffe sich ursprünglich zusammengehäuft hatten; ihre Krystalle, ihre Pseudomorphosen werden alsdann in ein Eisenoxydhydrat und selten in ein wasserfreies Eisenoxyd verwandelt.

Vorkommen. — Diese Eisensulfüre kommen auf der Erdoberfläche außerordentlich häufig war; überall sind sie als Krystalle, Nester, Nieren, Kugeln, kleine Lager, Adern, sowohl in den krystallinischen Gesteinen, als in den Flötzablagerungen und in allen metallführenden Lagern verbreitet, wo sie meist schöne Krystalle aufweisen. Man kann wohl sagen, ohne die Thatsache allzusehr zu verallgemeinen, daß das prismatische Eisensulfür mehr als das andere den Flötzablagerungen angehöre. Gewöhnlich ist es der Pyrit, auf den sich die angeblichen Entdeckungen von Gold beziehen, womit sich das Volk an verschiedenen Orten beschäftigt und oft die Leichtgläubigkeit der Reisenden unterhält.

Anwendung. — Da, wo die Pyrite im Ueberflusse vorhanden sind, wendet man sie zur Fabrikation des Eisenvitriols und Alauns an, wobei man zuweilen die Zersetzung durch eine vorläufige Röstung befördert; dies gilt namentlich für die in der Luft unveränderlichen Varietäten. Zuweilen hat man sich derselben auch zur Darstellung des Schwefels durch eine Art Destillation in geschlossenen Gefäßen bedient. Wenn sie goldhaltig sind, wie z. B. die von Macugnaga in Piemont, um Freiberg in Sachsen herum, zu Beresof in Sibirien, so beutet man sie aus, um aus ihnen, entweder durch Waschen oder, was häufiger geschieht, durch Amalgamation das Gold zu gewinnen.

Ehemals verarbeitete man die unveränderlichen Species und machte daraus unter dem Namen von **Markasit Knopfe, Ornamentenplatten mit Facetten,** welche, da sie sehr glatt waren, einen ziemlich schönen Lichteffekt hervorbrachten. Dieser Industriezweig wurde später durch die Stahlbijouteriewaaren verdrängt. Von diesem Mineral fand man polirte Platten in den Gräbern der alten Peruaner, und man glaubte, daß sie ihnen als Spiegel gedient hätten; daher kommt auch der Name **Inkasspiegel,** * den man dem Pyrit gab. In der ersten Zeit nach der Erfindung der Feuergewehre bediente man sich des Eisensulfürs anstatt der Feuersteine, durch welche sie jetzt ersetzt sind, woher auch ihr Name **Pyrit,** sowie zuweilen der der **Flintensteine** rührt.

§. 167. **Eine andere Eisensulfürart.** — Auch noch eine andere Art des Pyrits gibt es, die sich durch alle ihre Charaktere von den vorhergehenden unterscheidet. Sie ist magnetisch, daher der Name **Magnetkies,** tombackbraun, woher der deutsche Name **Leberkies** gekommen ist, zeigt einen Metallglanz und findet sich in sechsseitigen Säulen krystallisirt, welche man für regelmäßig hält. In Chlorwasserstoffsäure aufgelöst, läßt die Auflösung oben darauf Schwefel schwimmen. Ihre Zusammensetzung stellt eine Verbindung von Persulfür mit Protosulfür dar.

Sie findet sich als kleine blätterige Massen, manchmal als Krystalle in den krystallinischen Gesteinen von Bodenmais in Baiern.

Molybdänglanz. — Molybdänkies, Schwefelmolybdän.

§. 168. Metallisch ausschend, bleigrau, fühlt sich fettig an, krystallisirt, aber selten, in regelmäßigen, sechsseitigen Säulen, oder stellt er kleine blätterige, aus biegsamen Blättchen zusammengesetzte Massen dar.

* Inkas hießen die Priester der alten Bewohner von Peru.
Anmerkung d. Ueberf.

Ist unschmelzbar vor dem Löthrohr, läßt nach dem Rösten eine weiße Substanz zurück, welche Molybdänsäure ist, löst sich in Salpetersäure auf und gibt unmittelbar einen unlöslichen Niederschlag von Molybdänsäure (§. 99, 7).

Diese Substanz kommt als kleine Lager in den krystallinischen Gesteinen vor, wo sie sich manchmal auch eingestreut findet; man begegnet ihr öfters auch in den metallführenden Ablagerungen des Zinns, Magneteisens und Kupfers. Sie ist ziemlich verbreitet in den Alpen, Pyrenäen ꝛc., findet aber bloß in den Laboratorien zur Darstellung des Molybdäns und seiner Verbindungen mit andern Metallen eine Anwendung.

Kupferglanz. — Schwefelkupfer, Kupferglas.

§. 169. Metallisch, stahlgrau, beinahe dehnbar, kann leicht mit einem schneidenden Instrumente geschnitten werden, krystallisirt in regelmäßigen sechsseitigen Säulen, die verschieden verändert sind.

Schmilzt vor dem Löthrohr, gibt Kupferkörner, wenn man den auf Kohle gerösteten Stoff mit Natron behandelt, löst sich in Salpetersäure; die Auflösung wird durch einen Ueberschuß von Ammoniak blau und gibt alsdann wenig oder gar keinen Niederschlag.

Dieser Stoff, welcher achtzig Procent Kupfer enthält, ist eine zufällige Substanz der Kupferkieslager, ist aber ziemlich häufig unter der Form von Nieren in den Schiefern, die in der Nähe des Zechsteines liegen, im Mansfeldschen und in Hessen verbreitet (§. 137, Anmerkung); er bildet beinahe für sich allein die Ablagerungen der Bergwerke von Ourinski und Goumechefski im Ural, wo er auch mit den Flözablagerungen in Verbindung zu stehen scheint. Er ist alsdann ein um so wichtigeres Mineral, als der Kupferkies in den russischen Provinzen ganz fehlt.

Kupferkies.

§. 170. **Charaktere.** — Metallglänzend, bronzegelb, krystallisirt im prismatischen System, mit quadratischer Grundfläche; schmilzt vor dem Löthrohr zu Kügelchen, die dem Magnet folgen und alsdann mit Natron behandelt Kupferkügelchen gibt; löst sich in Salpetersäure; diese Auflösung wird blau, wenn man Ammoniak im Ueberschuß hinzufügt und liefert zu gleicher Zeit einen reichlichen gelben Niederschlag, welcher aus einem Eisenoxyd besteht.

Der Kupferkies, der in weit geringerer Menge vorkommt als der Kupferglanz, enthält im reinen Zustand 35 Procent Kupfer, 30 Eisen und 35 Schwefel; in Folge dieses Eisengehaltes wird die geschmolzene Masse, indem sie Kupfer verliert, dem Magnet folgsam.

Dieses Mineral findet sich zuweilen krystallisirt; man kennt sie als Tetraeder und als Octaeder, die man lange für regelmäßig hielt. Man konnte sich aber auch in der That sehr leicht betrügen, wenn man bei der Messung der Winkel nicht sehr aufmerksam war; denn bei dem Tetraeder dieser Substanz z. B. beträgt die Neigung der Flächen 110° und 71° 10′, was mit den Winkeln von 109° 28′ 16″ und 70° 31′ 44″, welche der regelmäßige geometrische Körper darbietet, nur eine sehr kleine Differenz bildet. Uebrigens zeigt der Kupferkies auch derbe Massen, die an frisch gebrochenen Stellen sehr glänzend sind und sich oft mit fremdartigen Substanzen gemischt finden.

Vorkommen. — Dieses Kupfererz gehört im Allgemeinen den Granitbildungen an, wo er oft bedeutende Gänge und Lager bildet. Doch findet man ihn auch in den Flözgesteinen, besonders im Kupferschiefer von Mannsfeld.

Wichtigkeit dieses Erzes. — Dieses Sulfür ist das Hauptkupfererz, und überall, wo es nur einigermaßen in hinreichender Menge vorkommt, betreibt man seine Ausbeutung mit großer Thätigkeit. Frankreich ist hinsichtlich dieses Erzes nicht sehr reich.

Die reichsten Kupferbergwerke besitzen England, Rußland, Oesterreich und Schweden. England liefert für sich allein beinahe die Hälfte der Totalmasse, die Europa erzeugt und 21 Millionen Kilogramme beträgt. Auch kommt uns Kupfer aus China, Japan, Mexiko und Chile zu.

Grau-Spießglanzerz. — Schwefelantimon.

§. 171. **Charaktere.** — Metallglänzend, bleigrau, krystallisirt in rhombischen Säulen, die sich parallel mit der Ebene der kleinen Diagonalen spalten lassen.

Schmilzt sehr leicht vor dem Löthrohr und gibt durch Rösten viele weißen Dämpfe; wird von Salpetersäure angegriffen und schlägt sich unmittelbar aus der Auflösung als Antimonoxyd nieder.

Die Zusammensetzung $Sb^2 S^3$ dieser Substanz entspricht 73 Proc. Antimon und 27 Proc. Schwefel.

Die Krystalle des Grau-Spießglanzerzes sind lange Säulen mit 4 gewöhnlich unregelmäßigen, undeutlichen Flächen zugespitzt, und sind gewöhnlich zusammengruppirt, so daß sie strahlige Massen bilden. Auch blättrig und dicht findet sich oft diese Substanz.

Vorkommen, Anwendung. — Dieses Mineral findet sich, wenn auch nur in geringer Menge, doch ziemlich verbreitet, und bildet für sich allein Gänge im Granit und solchen Gesteinen, die mit den letztern in Verbindung stehen; es ist auch andern Metall führenden Lagern, namentlich den Silberglanzablagerungen untergeordnet. Es wird zur Gewinnung des Metalls abgebaut, dessen Anwendung wir in §. 148 angegeben haben. In Frankreich findet es sich in der Ardèche, im Gard-Departement, im Lozeregebirge, in der Haut-Loire, im Cantal, im Puy-de-Dome ꝛc.

§. 172. **Seine Verbindungen.** — Häufig ist das Grau-Spießglanzerz mit andern Sulfüren verbunden, wie man es in der Tabelle sieht, und bildet allerlei Zusammensetzungen von der nämlichen Formel mit verschiedenen Basen. Die meisten dieser Substanzen sind von geringem Werthe, diejenigen aber, welche silberhaltig sind, haben in Hinsicht der Künste nicht selten die Aufmerksamkeit auf sich gezogen. Die silberhaltigen sind namentlich die Silberblende, das Sprödglaserz und der Miargyrit.

Die Silberblende oder Rothgültigerz, Rubinblende, zeigt kein metallisches Aussehen, hat eine rothe Farbe, krystallisirt im rhomboedrischen System, ist schmelzbar vor dem Löthrohr, entwickelt in der Hitze weiße Antimondämpfe und läßt ein Silberkorn zurück. Sie enthält 59 Procent Silber, 23 Antimon und 18 Schwefel.

Die Krystalle dieser Substanz sind sehr verschiedenartig, denn es kommen bei ihr Säulen mit regelmäßigen sechsseitigen Grundflächen, Scalenoeder, Dodecaeder mit gleichschenkeligen Dreiecken vor, und es sind die einen und andern auf sehr viele Arten verändert. Diese Krystalle finden sich manchmal zu Dendriten oder zu kleinen traubenförmigen Massen vereinigt.

Die Silberblende findet sich nur in geringer Menge in den europäischen Bergwerken und sowohl den Silberglanz- als den silberführenden Bleiglanz-Lagern untergeordnet; dagegen bildet es in einigen Bergwerken von Mexiko und Peru den bedeutendsten Theil der Ablagerung und eine Quelle großer Reichthümer. Sie wird überall mit den andern silberhaltigen Erzen ausgebeutet.

Das Sprödglaserz oder Schwarzgültigerz, schwarzes Schwefel-Antimonsilber, ist metallglänzend und eisengrau; es krystallisirt in rhombischen Säulen, ist sehr reich an Silber, von dem es 69 Procent enthält, findet sich an den gleichen

Oertern, wie das vorhergehende, mit dem es auch ausgebeutet wird.

Der Miargyrit, den man heute nur noch zu Braunsdorf in Sachsen in den silberhaltigen Erzen kennt, krystallisirt gleichfalls in rhombischen Säulen, ist aber weniger starkglänzend und schwärzer; auch hinsichtlich seines Silbergehaltes unterscheidet er sich, insofern bei ihm die Silbermenge bloß 36 Procent beträgt.

Es bestehen auch Tripelverbindungen des Schwefelantimons mit Schwefelkupfer und Schwefelblei, in welchen das letztere zuweilen durch Schwefelsilber ersetzt ist. Diese Verbindungen hießen ehedem graues Kupfer und werden zuweilen noch jetzt so genannt; sie bilden eine Gruppe, die man schon in Bournonit, in Polybasit und in Panabas getheilt hat; doch finden sich ohne Zweifel in jedem derselben noch viele sehr verschiedenartige Stoffe.

Der Bournonit (Schwarzspießglanzerz, Spießglanzbleierz) kommt in Krystallen vor, die sich auf ein rectanguläres Prisma beziehen. Der Polybasit, der 64 Procent Silber enthält, krystallisirt in zusammengewachsenen sechsseitigen Säulen, die vielleicht regelmäßig sind; er kommt besonders in den Bergwerken von Guanarato und Guarisamey in Mexiko vor; er wäre ein kostbares Erz, wenn er nur in beträchtlicher Menge auftreten würde. Der Panabas krystallisirt in regelmäßigen Tetraedern. Alle diese Substanzen sind Gangmassen; nur das letztere bildet hin und wieder besondere Lager, wo es als Kupfererz abgebaut wird, das besonders deßwegen sehr gesucht ist, weil es gewöhnlich Silber einschließt. Indessen ist es sehr schwer wegen seines Antimongehaltes zu behandeln.

§. 173. Fügen wir jetzt noch bei, daß der Arsenik zuweilen das Antimon in den Verbindungen vertritt, was beim Rothgültiger der Fall ist; es gibt eine gewisse Art (der Proustit), in welcher ohne Veränderung weder in der Krystallisation, noch in einer der physikalischen Eigenschaften sich Arsenik anstatt des Antimons findet. Auch zeigt sich fast immer der Arsenik im Polybasit und Panabas; vereinigt man ihn mit dem Antimon, so erhält man die angegebenen Formeln.

Realgar (Schwefelarsenik) und Operment (Auripigment, gelber Schwefelarsenik).

§. 174. Diese beiden Substanzen zeigen keinen Metallglanz; als Masse ist die erstere roth, die andere gelb. Gerieben geben sie einen starken Knoblauchgeruch von sich und hinterlassen keinen Rückstand.

Das Realgar findet man in ziemlich deutlichen rhombischen Säulen, die bisweilen zu kleinen strahligen Massen vereinigt sind; am öftesten kommt es in kleinen derben Massen vor.

Das Operment zeigt undeutliche rhombische Krystalle mit Blätterdurchgängen, die mit der Ebene der großen Diagonalen parallel sind, und von denen die eine weit deutlicher als die andere ist, z. B. beim Schwefelantimon. Häufiger kommt er als kleine blätterige, manchmal polithische, oder auch derbe und erdige Masse vor.

Diese, in sehr geringer Menge vorhandenen Substanzen sind zufällige Gangarten; manchmal sind sie auch in gewissen krystallinischen Felsarten, in den unmittelbaren vulkanischen Produkten oder in den Solfataren verbreitet.

In der Malerei werden sie unter dem Namen gelbes Rauschgelb und rothes Rauschgelb angewandt; indessen ist das, was im Handel vorkommt, beinahe immer ein Kunstprodukt, das man aus metallischem Arsenik und aus Schwefel bereitet.

Schwefelige Säure und Schwefelsäure.

§. 175. Die erstere kommt entweder in Gasform oder in Wasser aufgelöst vor und gibt einen Schwefelgeruch von sich. Die zweite ist tropfbarflüssig und entwickelt, wenn sie gehörig concentrirt ist, bei Einwirkung des Kohlenstaubs in der Hitze den gleichen Geruch.

Die schwefelige Säure wird bei den vulkanischen Eruptionen in Menge ausgestoßen und entwickelt sich zu jeder Zeit aus den Kratern sowohl der thätigen Vulkane als der thätigen Solfataren.

Die Schwefelsäure findet sich im Wasser aufgelöst; das schönste Beispiel eines solchen Vorkommens ist der Essigfluß (Rio Vinagre), am Vulkan Puraze in Popayan. Diese Säure, verantlaßt durch ihre Einwirkung auf die Trachytgesteine, in Folge derselben diese Gesteine verwittern und zu einem Brei verwandelt werden, die furchtbaren Schlammausbrüche, von denen Java mehrere Male der Schauplatz war. Auch führt man diese Säure in den Schwefelwassern gewisser Oerter an, wo sie von der Zerlegung des Schwefelwasserstoffs herzurühren scheint.

Schwefelsaure Verbindungen (Sulfate).

§. 176. **Allgemeiner Begriff.** — Die schwefelsauren Salze lassen sich leicht erkennen, wenn man sie im Feuer mit einer Mischung von Kohlen und einfach kohlensaurem Natron behandelt; die Substanz, die sich daraus ergibt, entwickelt unter Einwirkung von gesäuertem Wasser Schwefelwasserstoffgas.

Die meisten schwefelsauren Salze sind Hydrate, und eine ziemlich große Anzahl unter ihnen geben ein schwach gesäuertes Wasser (Sauerwasser), wofern man sie in einer geschlossenen Röhre behandelt; mehr denn zwei Drittheile sind im Wasser löslich und in der Auflösung bilden sich je nach der Natur der Basen auf verschiedene Weise Niederschläge. Die unlöslichen lassen bei Anwendung der in §. 99, 7. angegebenen Methode ihre Basen im Zustand eines Carbonates, das man in Salpetersäure auflösen kann, um seine Natur zu untersuchen.

Es gibt nur zwei schwefelsaure Salze, die auf der Erdoberfläche ziemlich beträchtliche Ablagerungen bilden; mehrere andere sind in der Regel zufällige Stoffe in den Erzlagern, und die meisten bilden sich alltäglich in kleinen Quantitäten.

In Hinsicht der Anwendung ist vielleicht der Gypsstein, der zu dieser Gruppe gehört, der wichtigste Stoff, denn wenn man auch in der Natur viele in den Künsten nützliche schwefelsaure Verbindungen findet, so sind sie doch nicht in solcher Menge vorhanden, daß sie für unsere Bedürfnisse ausreichen könnten, weßhalb man sie künstlich darstellen muß: nur in einigen wenigen Fällen bedient man sich zu ihrer Bereitung einiger andern schwefelsauren Verbindungen.

Wir wollen uns nun hier speciell mit solchen Sulfaten beschäftigen, welche in verschiedenen Beziehungen die wichtigsten sind.

Anglesit, Schwerspath (Baryline), Cölestin.

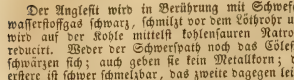
§. 177. **Charaktere.** — Diese drei Sulfate haben viel Uebereinstimmendes mit einander. Alle drei sind durch ihre bedeutendes spezifisches Gewicht merkwürdig, und von Natur auf farblos, stellen sie gleiche Arten von Krystallformen dar, welche auf sehr wenig unter sich verschiedene rhombische Säulen zurückgeführt werden können, nämlich:

der Schwerspath (Baryline) auf ein rhombisches Prisma von	101° 42′ und 78° 18′
der Anglesit	103° 42′ und 76° 18′
der Cölestin	104° 30′ und 75° 30′

Der Anglesit ist nicht spaltbar; dagegen sehr leicht

die beiden andern Substanzen nach den angegebenen Prismen.

Die Gestalten sind sehr zahlreich, besonders beim Schwerspath, der häufiger vorkommt: es sind dies Formen, die der dritten Krystallgruppe angehören, namentlich sind es entweder einfache oder auf verschiedene Art veränderte rhombische Säulen; ferner sind es Octaeder von der einen oder andern Art, und besonders alle ihre tafelförmigen Modifikationen.



Der Anglesit wird in Berührung mit Schwefelwasserstoffgas schwarz, schmilzt vor dem Löthrohr und wird auf der Kohle mittelst kohlensauren Natrons reducirt. Weder der Schwerspath noch das Cölestin schwärzen sich; auch geben sie kein Metallkorn; der erstere ist schwer schmelzbar, das zweite dagegen leicht schmelzbar. Die Barytauflösung bildet immer durch ein schwefelsaures Salz, wie verdünnt dieses auch sein mag, einen Niederschlag; allein die Strontzianauflösung bildet in diesem Fall keinen mehr (§. 101, 4).

Außer den krystallinischen Varietaten zeigt sich der Schwerspath auch noch warzen- und nalakitenförmig, in strahligen und faserigen, in blätterigen, körnigen und dichten Massen. Wenn auch diese Varietäten im Cölestin vorkommen, so sind sie doch hier weit nicht so häufig; oft haben alsdann die faserigen Abänderungen eine bläuliche Farbe.

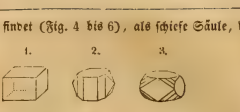
Vorkommen. — Der Anglesit findet sich allein und meist als kleine Krystalle in den Blei- und Kupfererzlagern. Der Schwerspath, der in dieser Lage sehr häufig vorkommt, bildet auch für sich allein in den Granitfelsen Gänge und Adern, z. B. zu Royat in der Auvergne; ebenso findet er sich in den Sedimentgebilden, hört aber in der Juraformation auf. Dagegen scheint der Cölestin den jüngern Ablagerungen anzugehören; namentlich zeigt er sich ziemlich häufig in den Schwefelablagerungen von Sicilien (s. §. 158), woher die schönen Gruppen kommen, die unsere Mineralienkabinette zieren. An allen andern Orten findet er sich wohl nur als Nieren mit einer blätterigen Struktur und als kleine faserige Aern. Er kommt in ziemlicher Menge bis zu den Thonen, die den Gypsstein von Paris begleiten, als dichte oder erdige Nieren vor, die gewöhnlich platt sind und einem kleinen Brodlaib gleichen.

Der Anglesit wird mit den Erzen, welche er begleitet ausgebeutet und geht gewöhnlich beim Waschen verloren, dem man sie unterwirft; die beiden andern Stoffe werden bloß für die Präparationen in den chemischen Laboratorien benützt.

Karstenit und Gyps. — Anhydrit, Muriazit, Selenit.

§. 178. **Charaktere.** — Diese beiden Substanzen sind schwefelsaurer Kalk; aber die erstere ist wasserfrei, während die zweite ein Hydrat darstellt, das 21 Procent Wasser enthält. Dieses ist sehr weich und läßt sich sehr leicht mit dem Nagel ritzen; das andere ist härter, kann aber immer noch ganz leicht mit einer Stahlspitze geschnitten werden.

Der selten krystallisirte Karstenit stellt kleine, gerade, rectangulare Prismen dar, die an den Kanten und Ecken verändert sind (Fig. 1 bis 3) und sich parallel mit den Seiten und Grundflächen spalten lassen. Dagen erscheint der Gyps, den man oft krystallisirt findet (Fig. 4 bis 6), als schiefe Säule, die



mit großer Leichtigkeit parallel mit den Seitenflächen in so dünne Blätter, als man nur immer will, sich spalten läßt; die mit der Grundfläche parallel laufenden Spaltflächen sind weit weniger deutlich und zeigen sich nur noch in dünnen Blättern, die in eine Art schiefwinkliger Parallelogramme zerbrechen.

Die Krystalle des Gypses sind am häufigsten schiefwinklige (Fig. 4 bis 6) und verschiedenartig veränderte Tafeln. Nicht selten sind diese Krystalle an einigen Theilen abgerundet, wodurch oft linsenförmige Gestalten entstehen, welche paarweise vereinigt in ihrem Bruche den sogenannten Gyps en fer de lance darstellen; etwas sehr Gewöhnliches in den Gypsbrüchen der Umgegend von Paris.

Außer den genannten Krystallformen bilden diese beiden Substanzen auch blätterige Massen; besonders zeigt der Gyps schöne durchsichtige Platten, die sich bis ins Unendliche theilen lassen; auch als körnige, dichte und faserige Massen kommen sie vor. Der Fasergyps ist durch seinen Seidenglanz merkwürdig und wird deßhalb zu schönen Perlenschnüren verarbeitet; nur muß man ihn unter Glas verwahren, da die geringste Reibung ihn abzunützen vermag.

Vorkommen. — Der Karstenit bildet manchmal beträchtliche Massen, die man besonders da findet, wo das krystallinische Gebirge mit dem Flözgebirge zusammentrifft. In den Flözablagerungen verschwindet er völlig, wenn sie von den Urformationen weit entfernt liegen.

Weit verbreiteter ist der Gyps und befindet sich sowohl in der Nähe der krystallinischen Ablagerungen, als auch in solchen Theilen, die am weitesten davon entfernt liegen. Man sieht ihn stellenweise, wie zwischen die krystallinischen Gesteine eingeschoben, wo er aber eigentlich keine regelmäßige Schichten bildet; öfters zeigt er sich sogar an den Seiten der Thäler, an den Rändern großer Kreise, die man auf den hohen Gebirgen antrifft und verschwindet in der Tiefe, so daß man da, wo er sich fortsetzen zu müssen scheint, nur noch Schichten von kohlensaurem Kalk findet, der auf ihn folgt. Auch begleitet er gewisse krystallinische Ablagerungen (Mandelsteine, Serpentin, Diallage) (siehe Geologie), welche in den Kalkgebirgen längliche Hügel bilden und welche ganz nahe herum nur noch als kohlensaurer Kalk vorkommt.

Uebrigens tritt der Gyps auch weit von den krystallinischen Gesteinen entfernt in beträchtlicher Menge auf, und bildet in allen Stufen dieser Ablagerungen bis zu den jüngsten herauf mehr oder weniger beträchtliche Lager. In der Umgegend von Paris bildet er parallel mit dem Grobkalk (§. 137, Anmerkung) Ablagerungen, welche die Charaktere der Flussformationen darbieten, und um Aix herum in der Provence bildet er Ablagerungen, die noch jüngern analog sind.

Anwendung. — Der Karstenit, der ziemlich hart und fest ist, könnte manchmal auch als Marmor eine Anwendung finden, ist aber weder fest genug, noch haben seine Farben die gewünschte Lebhaftigkeit. Bloß eine Varietät, die schwach kieselsauer ist, und eine ziemlich angenehme bläulich graue Farbe hat, wird in Italien zu Tischen und Kaminen unter dem

Namen Marmor von Bergamo oder Marmor von Bardiglio benützt. Man bezieht ihn aus Vulpino, einem 15 französische Meilen von Milano entfernten Orte.

Der dichte und weiße Gyps, der sich sehr leicht schneiden läßt, wird unter dem Namen Alabaster zu verschiedenen Gefäßen, Uhrgehäusen, kleinen Statuen ꝛc. benützt, wie man sie häufig in unsern Behausungen sieht. Einige Varietäten mit Adern und Muscheln von verschiedenen bräunlichen Farben werden auf die gleiche Weise benützt. Man bezieht diese Substanz aus Volterra in Toskana, und gewöhnlich ist es auch Italien, wo man alle diese Kunstarbeiten um einen sehr billigen Preis verfertigt. Jedoch darf man diesen Gypsalabaster nicht mit dem Kalkalabaster verwechseln, der weit fester ist, eine weit schönere Politur zuläßt und dessen verschiedene Varietäten weit hübscher sind (siehe kohlensauren Kalk). Dieser ist weit gesuchter, wird mit weit größerer Sorgfalt verarbeitet und steht immer ziemlich hoch im Preis; der andere hat keinen Werth und ist bloß noch wegen seiner Festigkeit und seines Glanzes bekannt.

Der Gyps von der Umgegend von Paris ist ein äußerst geschätztes Mineral wegen seiner Eigenschaft, sehr schnell zu einer festen Masse zu werden, wenn man ihm, nachdem er gebrannt und zu Pulver gemahlen worden, das Wasser, das er verloren hatte, wieder gibt. Unglücklicher Weise findet sich diese Eigenschaft in einem solchen Grade in keiner andern Gypslagerung der verschiedenen Formationen mehr, wenn man Air in der Provence davon ausnimmt; man schreibt sie der Gegenwart einer sehr kleinen Menge kohlensauren Kalkes zu, welchen die Varietäten dieser beiden Lokalitäten einschließen, jedoch ist es nicht wahrscheinlich, daß dieser Gehalt an kohlensaurem Kalk die eigentliche Ursache davon sei. Dem sei übrigens, wie ihm wolle, es verdankt diesem Stein die Stadt Paris einen sehr großen Theil ihrer Ausdehnung: man ist bei seiner Ausbeutung sehr thätig und führt ihn sogar auf sehr beträchtliche Entfernungen sowohl in Frankreich als im Auslande aus, um wenigstens die Plafonds daraus zu verfertigen, die bei keiner andern Varietät die gewünschte Festigkeit gewinnen. Hin und wieder findet man in der körnigen Masse unserer Gypsbrüche krystallinische Varietäten, welche durch unsere Gypsmodeleure aufgesucht werden, insofern sie eine sehr feine Masse liefern. Indessen wird dieser feine Gyps, den man nur zu einem sehr dünnen Ueberzug über die Statuen benützt, nur langsam und bei weitem weniger fest, und ist genau von derselben Art, die man von den Gypssteinen erhalten kann, denen man überall begegnet.

Auch ist der Gyps in der Agricultur von großem Nutzen, daher man ihn schon allein für diesen Zweck in den verschiedenen Oertern, wo er sich findet, ausbeutet.

Alaunstein, Alaun, Thonerdesalze.

§. 179. **Charaktere des Alaunsteins.** — Das einzige Sulfat, mit dem man in Glas schneiden kann, ist der Alaunstein. Er ist eine steinartige Substanz, die man zuweilen in sehr kleinen Rhomboedern krystallisirt findet, welche die Höhlen dichter Massen auskleiden. Schmilzt vor dem Löthrohr, gibt erhitzt Wasser von sich und wird alsdann zum Theil im Wasser löslich, das mit Ammoniak einen flockigen Niederschlag bildet.

Der Alaunstein besteht aus Schwefelsäure, Thonerde, Kali und Wasser, in Proportionen, die in Folge der Mischung, für welche die Masse empfänglich ist, nicht sehr bestimmt sind.

Diese Substanz tritt in ziemlich ausgedehnten, dichten, zuweilen höhligen Massen auf, deren hohle Räume mit kleinen Krystallen von der nämlichen Natur bedeckt sind, und zeigt hie und da Adern und Nieren, wo die Substanz faserig erscheint. Sie ist überall, wo man sie erkennt, in der Nähe von Trachytgesteinen und in Bimssteintrümmern eingeschlossen. So zeigt sie sich zu Tolfa im Kirchenstaat, zu Piombino an der Küste von Toskana, in Ungarn, auf einigen Inseln des griechischen Archipels, am Mont-Dore in Frankreich. Sie scheint in vormaligen Solfataren zu liegen und bildet sich noch täglich in den thätigen Solfataren, z. B. zu Pozzuoli bei Neapel, zu Guadeloupe, in Folge der Einwirkung der Schwefeldämpfe auf die umgebenden Stoffe.

Der Alaunstein ist ein schätzbarer Stoff zur Bereitung des Alauns. Die Darstellung dieses Salzes ist sehr leicht, denn man hat bloß den Stein zu calciniren, ihn mit Wasser zu begießen, um aus ihm einen Teig zu machen, ihn warm auszulaugen und die concentrirte Lauge krystallisiren zu lassen. Der so gebildete und unter dem Namen römischer Alaun bekannte Alaun, war lange Zeit sehr gesucht, bis man endlich dieses Salz auch von allen andern Stücken darstellte.

§. 180. **Alaun.** — Es gibt auch in der Natur schon ganz gebildeten Alaun: dieser ist ein Salz, zusammengesetzt aus schwefelsaurer Thonerde und schwefelsaurem Kali oder Ammoniak, mit einem zusammenziehenden Geschmack; ist unmittelbar im Wasser löslich, das alsdann mit Ammoniak einen weißen, flockigen Niederschlag in bedeutender Menge gibt. Die Auflösung gibt Krystalle, die dem kubischen System angehören.

Man versichert, daß man diese Substanz schon ganz gebildet als kleine mit Sand bedeckte Schichten in den Wüsten Aegyptens finde, wo ganze Karavanen von Arabern sie alljährlich in großen Quantitäten sammeln. Der Ammoniakalaun findet sich als kleine Adern mit einer faserigen Struktur in den Braunkohlenablagerungen von Tschermig in Böhmen. Es bildet sich auch immerwährend Alaun in den Solfataren, in den eingeschlossenen Schwarzkohlen und auf der Oberfläche gewisser schiefrigen Substanzen, die man Alaunschiefer nennt. Diese Stoffe werden an verschiedenen Oertern zur Fabrikation dieses Salzes ausgebeutet, und man gibt sich damit zufrieden, daß man sie der Luft aussetzt, wo sie verwittern, und sie hierauf auslaugt.

An vielen Oertern veranlaßt sowohl die natürliche als die künstlich bewirkte Zersetzung der Schwefelkiese die Bildung von schwefelsaurer Thonerde, zu der man bloß ein Alkali hinzuzufügen hat, um Alaun zu bekommen; aber die Salze, die man so erhält, enthalten viel schwefelsaures Eisen, das sie zu verschiedenen Zwecken ganz unbrauchbar macht.

Der Alaun ist ein Salz, das man sehr häufig in der Färberei und in der Weißgerberei zur Bereitung weißer Häute anwendet. Auch bedient man sich häufig desselben in der Arzneikunde als abstringirendes Mittel. Man benetzt damit die Leinwand und das Holz, die man dadurch schwer verbrennlich machen will.

§. 181. **Verschiedene Thonerdesalze.** — Außer dem Alaunstein und dem Alaun findet man in der Natur noch das einfache Sulfat, welches in die Zusammensetzung dieses Salzes eintritt; es bildet sich gleichfalls in den Solfataren und in gewissen schiefrigen Substanzen.

Häufig bilden sich auch verschiedene zusammengesetzte Salze, die löslich, mehr oder weniger Eisen, Mangan u. s. w. enthalten, sich als kleine faserige Adern oder als Auflug auf gewissen Schiefern, in verschiedenen Thonarten, in gewissen Höhlen und in den alten Bergwerken zeigen. Häufig nennt man diese Stoffe Federalaun oder Federsalz, haben aber mit dem Alaun nur die schwefelsaure Thonerde gemein.

Es besteht auch eine unlösliche schwefelsaure Thonerde, Webſterit genannt, die ſich als kleine, weiße, ſehr zart anzufühlende Nieren in den über der Kreide liegenden Thonen findet.

Verſchiedene Sulfate.

§. 182. **Schwefelſaure Metalle.** — Es gibt noch ſehr viele andere Sulfate, von denen die meiſten ſich fortwährend durch die Zerſetzung der Sulfüre in den Erzlagern bilden. Dies ſind die ſchwefelſauren Salze des Kobalts, Eiſens, Kupfers und Zinks, die immer in kleinen Quantitäten vorkommen. Sie ſind Hydrate, die natürlich wegen des Iſomorphismus der Baſen iſomorph ſein müſſen, aber eines Theils in der Natur gewöhnlich nicht kryſtalliſirt vorkommen, da die Gewäſſer beſtändig auf ſie einwirken, andern Theils Waſſermengen aufnehmen, die je nach der Temperatur ſo variiren, daß ſie niemals völlig identiſch ſind mit der Formel einer beſtimmten Temperatur (§. 45).

Der Pittizit mit einer Baſis von Eiſenoxyd, gleicht manchmal völlig dem Limonit; er bildet ſich in manchen Bergwerken in ſolchen Mengen, daß man ihn zu entfernen genöthigt iſt; er ſtellt bald pulverförmige, erdige Ablagerungen, bald Stalaktiten dar; manchmal iſt er durchſcheinend, mit glänzendem Bruch, braun und gleicht ganz dem Harze.

Auch Doppelſalze von einem und demſelben Metalle kommen vor, das theils als Oxydul, theils als Oxyd in die Verbindung eintritt, was beſonders die ſchwefelſauren Salze des Eiſens zeigen, wie man aus der Tabelle der Eintheilungen erſieht.

§. 183. **Erdige und alkaliſche Sulfate.** — Wenn auch die vorhergehenden Salze nicht ſehr wichtig ſind, ſo gibt es einige andere, welche bis zu einem gewiſſen Grade nützlich ſind. Dies ſind die ſchwefelſaure Magneſia und das ſchwefelſaure Natron.

Die ſchwefelſaure Magneſia oder Epſomit, die man ſonſt auch Bitterſalz wegen ihres bitteren Geſchmacks nennt, findet man zuweilen als kleine faſerige Maſſen ſowohl in den ſalzführenden Ablagerungen, wie z. B. zu Calatapud in Aragonien, als auch in den Erzlagern; oder auch als Anflug auf der Oberfläche gewiſſer Alaunſchiefer. Merkwürdiger iſt ſie jedoch im aufgelöſten Zuſtand, wo ſie abführende Mineralwaſſer bildet, von denen eine große Quantität verbraucht wird und die man namentlich in Epſom, in der Grafſchaft Surrey in England, in Sedlitz und Eger in Böhmen findet.

Das waſſerfreie ſchwefelſaure Natron oder Thenardit, das in rhombiſchen Säulen kryſtalliſirt vorkommt, bildet täglich kryſtalliniſche Krusten in den Salinen von Espartine, 5 Meilen von Madrid entfernt; es wird zur künſtlichen Bereitung des kohlenſauren Natrons in ſolcher Menge ausgebeutet, daß es zu einer ausgedehnten Seifenfabrikation und ſelbſt zum Verkauf im Beſondern ausreichen kann.

Das ſchwefelſaure Natronhydrat zeigt ſich als Anflug auf den Laven des Veſuvs und der Solfatara von Pozzuoli; auch wird angegeben, daß es ſich auf der Oberfläche des Bodens um gewiſſe Seen von Sibirien befindet, deren Waſſer eine ziemlich große Menge dieſes Salzes enthält, weßhalb man es auch für die Bedürfniſſe der Künſte aus denſelben gewinnt.

2. Gruppe der Selenide.

Dies ſind Körper, die nach verſuchtem Kohl riechen, wenn man ſie in einer offenen Röhre röſtet, und in einer geſchloſſenen Röhre ein rothes ſtaubartiges Sublimat geben.

Selenüre.

§. 184. Man kennt nur eine kleine Anzahl von Selenüren, und dieſe nur in geringer Quantität, von denen drei einfach und die andern doppelt ſind.

Das Selenblei iſt eine metallglänzende, bleigraue Subſtanz, die als kleine blätterige Maſſen vorkommt und dem Bleiglanz ſehr ähnlich iſt; es ſchmilzt vor dem Löthrohr und gibt auf der Kohle einen gelben Bleibeſchlag und zuletzt Bleikörner. Es findet ſich am Harze bei Klausthal entweder in Eiſenerzablagerungen oder im Dolomit. Auch findet man es verbunden oder gemiſcht mit dem Selenkobalt, dem Selenqueckſilber und dem Selenkupfer.

Das Selenſilber, ein anderer bleigrauer, ſehr dehnbarer und dem Silberglanz ähnlicher Stoff, wurde unter den Erzen von Tasco in Mexiko gefunden. Auch hat man daſelbſt ein Selenzink angegeben.

Das Selenkupfer iſt ſilberweiß und dehnbar, wie das Sulfür von der gleichen Formel. Es findet ſich in dem Kupferbergwerk von Skrikerum in Smoland gleichzeitig mit dem Eukairit, einem bleigrauen, dehnbaren Mineral, das in dem Kalkſtein oder dem Magneſiankalk eingeſprengt iſt.

3. Gruppe der Telluride.

Körper, die einen Metallglanz beſitzen, in einer geſchloſſenen Röhre ein graues Sublimat liefern und beim Röſten in einer geſchloſſenen Röhre einen weißen beißenden Rauch ohne Geruch geben, der ſich am kälteren Theil der Röhre unter der Form eines weißen Pulvers abſetzt, das in der Hitze zu durchſichtigen Tröpfchen ſchmilzt. *

§. 185. Die zu dieſer Gruppe gehörigen Mineralien ſind in der Natur wenig verbreitet und lange Zeit bloß in Siebenbürgen in den Bergwerken von Nagy-ag, Offenbanya und Zalathna bekannt geweſen, welche Silber und Gold führende Ablagerungen in den Trachytgebirgen ſind. Nachher fand man ſie auch zu Sawodinski im Altaigebirge. Es gibt nur wenige, wenigſtens wenige genau beſtimmte Arten, weil dieſe Mineralien ſelten rein im metalliſchen Zuſtand ſind.

Das Gediegen-Tellur iſt zinnweiß, auch ſtahlgrau, leicht zerbrechlich, verflüchtigt ſich im Röſten beinahe ganz, hinterläßt jedoch einen Rückſtand von 7 bis 8 Procent, den man für ein Gemiſch hält; man hat es ſchon als kleine ſechsſeitige Säulen angeführt, doch hat man keinen Beweis dafür, daß dieſe Säulen aus reinem Tellur beſtehen; öfters ſieht man es in den Mineralienſammlungen als kleine blätterige oder körnige Maſſen.

Das Tellurblei iſt bleigrau und ſtellt kleine blätterige Maſſen dar, die mit dem Bleiglanz noch ziemlich viel Aehnlichkeit haben. Das Tellurſilber zeigt eine Farbe zwiſchen bleigrau und ſtahlgrau; kommt in kleinen grobkörnigen Maſſen vor, die ſich, wie das Schwefelſilber, hämmern und ſchneiden laſſen.

Die andern Arten ſcheinen Verbindungen von dieſen zwei Telluriüren, und ſelbſt von dem Goldtellur zu ſein; doch ſind ſie ſehr wenig bekannt, ſei es nun in chemiſcher, ſei es in mineralogiſcher Hinſicht; ſie zeigen eigenthümliche Farben und bieten keine, wenig beſtimmbare Kryſtalle dar, die ſich für jede Zuſammenſetzung auf verſchiedene Formen zu beziehen ſcheinen.

Die ſilber- und goldhaltigen Varietäten werden geſammelt, um dieſe beiden koſtbaren Metalle daraus zu gewinnen; die Species Sylvanit, welche den meiſten Gehalt an Gold hat, nämlich 70 Procent, wird weißes Gold und wegen der Struktur des Minerals auch Schriftgold genannt. Eine andere Species, die nur 20 Procent Gold enthält, wird Mullerine, und wegen ſeiner dunkleren Farbe auch graues Gold genannt.

Klaſſe der Chloride, Fluoride, Jodide, Bromide.

§. 186. **Allgemeine Charaktere.** — Das

* Es beſitzet ſich oft etwas Selen dabei, welches ſeinen eigenthümlichen Geruch und ſeine eigenthümliche Farbe dieſen Körpern leiht, aber nur nach dem Telluroxyd ſublimirt.

Chlor, Brom, Jod und Fluor haben unter sich die möglichst große Summe von Analogien; einerseits an und für sich selbst, in Beziehung auf verschiedene physikalische Eigenschaften, anderseits durch ihre Verbindungen, die sich in den nämlichen Proportionen bilden und eine Menge gemeinsamer Eigenschaften, oft selbst die gleichen äußerlichen Charaktere innehaben; endlich noch durch das Vermögen, in den verschiedenen Zusammensetzungen für einander einzutreten. Uebrigens nähern sie sich, wie wir bereits sagten, dem Schwefel und Selen an, die sich wiederum an den Arsenik und Phosphor knüpfen.

Die natürlich vorkommenden Körper aus dieser Abtheilung sind nicht sehr zahlreich, und die meisten sind oft nur kaum bekannte Seltenheiten. Die häufigsten und zugleich auch wichtigsten sind das Steinoder Kochsalz und der Flußspath, denen man noch das Chlorsilber (Hornsilber) zufügen muß, welches, wenigstens in Peru, als Silbererz von Bedeutung ist. Wir werden uns also mit den andern wenig zu beschäftigen haben.

1. Gruppe der Chloride.

Meistens feste (ein einziger in Gasform), im Wasser entweder lösliche oder unlösliche Körper.

Die Auflösung gibt durch Hinzufügung von Silber einen weißen, in Ammoniak löslichen Niederschlag, der sich am Licht färbt.

Sie geben alle durch die Einwirkung von Schwefelsäure auf ihre Mischung mit dem Manganhyperoxyd Chlor von sich, das man an seinem Geruch erkennt.

Chlorwasserstoffsäure. — Salzsäure.

§. 187. Ein gasförmiger, farbloser, saurer Körper, von stechendem Geruch, gibt in Berührung mit der Luft weiße Dämpfe; sehr leicht löslich im Wasser, das er stark säuert.

Dieses Gas entwickelt sich oft in großer Menge bei den vulkanischen Erscheinungen, namentlich am Vesuv, und condensirt sich mit den wässrigen Dämpfen und bildet alsdann zuweilen ziemlich ergiebige Quellen mit flüssigen Säuren. Man findet es auch noch in einigen Mineralquellen, besonders in Peru; manchmal entwickelt es sich aus den Salzlagern.

Das Chlor selbst wird manchmal von den porösen Gesteinen gewisser vulkanischer Ergüsse eingesogen, dies ist z. B. am Puy Sarcouy in der Auvergne der Fall.

Die Chlorwasserstoffsäure ist eine derjenigen Säuren, die in der Färberei am meisten angewandt wird, um die Farben zu ändern, gewisse Beizen zusammenzusetzen und das Chlor und die Chlorüre darzustellen; aber immer ist es auf künstlichem Wege, daß man sich dieselbe alsdann verschafft.

Chlorsilber. — Hornsilber.

§. 188. Eine weiße oder bräunliche, halbdurchsichtige Substanz, die sich mit dem Messer wie Wachs oder Horn schneiden läßt, in Ammoniak löslich ist und metallisches Silber absetzt, wenn man es auf einer Eisenplatte mit ein wenig Wasser reibt.

Dieser Stoff enthält 75 Procent Silber und tritt manchmal in kleinen einfachen oder auch veränderten Krystallen auf, welche entweder Würfel oder regelmäßige Octaeder sind; er bildet auch Ueberzüge auf der Oberfläche verschiedener Körper; manchmal kommt er auch als kleine Massen und noch öfter als unsichtbare, erdigen oder eisenhaltigen Stoffen beigemengte Theilchen vor, die man durch das Ammoniak ausziehen kann.

Das Chlorsilber kommt nicht sehr häufig in den Bergwerken von Europa vor, wo es übrigens von Nutzen sein wird, wenn man es in Zukunft mit größerer Aufmerksamkeit in den erdigen Substanzen sucht, welche die Silbererze begleiten, weil man weiß, daß es denselben in unsichtbaren Theilchen beigemengt ist; dagegen findet man eine große Menge dieses Stoffes in Mexiko und Peru, wo es mit Hydraten der Eisenerze gemengt ist, die man unter dem Namen Pacos und Colorados kennt, welche gewöhnlich Gediegen-Silber einschließen (§. 128) und im untern Theile der Flötzgebirge außerordentlich reiche Massen bilden.

Steinsalz. — Gemeines Salz, Seesalz, Kochsalz, Chlornatrium.

§. 189. **Charaktere.** — Jedermann kennt im Allgemeinen diese Substanz; sie krystallisirt in Würfeln, die an ihren Flächen trichterförmig ausgehöhlt sind, wenn die Krystallisation schnell vor sich geht, die man aber in der Natur manchmal sehr deutlich und schön und auf verschiedene Weise verändert findet. Sie zeigt sich auch als eine dichte Masse, die sich in Würfel spalten läßt, ferner als eine groß und klein blättrige, als eine körnige und faserige Masse. Natürlich, farblos, findet sich dieser Stoff öfters im Innern der Erde, durch verschiedene zufällig beigemengte fremdartige Stoffe grau, roth, manchmal auch blau gefärbt. Der rothe Stoff ist meistens organischer Natur.

Das Steinsalz ist aus 40 Theilen Natrium und 60 Theilen Chlor zusammengesetzt. Die Schwefelsäure macht die Chlorwasserstoffsäure frei; die zurückbleibende Flüssigkeit gibt nach der Verdampfung angeflogene Krystallnadeln. Dieser letztere Umstand unterscheidet das Chlornatrium von dem Chlorkalium, das mit jenem sämmtliche Charaktere theilt, aber dessen Sulfat keine Efflorescenz bildet.

Vorkommen. — Das Kochsalz zeigt sich im Innern der Erde in mehr oder weniger ausgedehnten Lagern, im Wasser gewisser Quellen, in dem gewisser Seen und der Meere aufgelöst.

Die im Innern der Erde eingeschlossenen Salzablagerungen befinden sich alle im Flötzgebirge vom Zechstein an bis zu den tertiären Formationen (§. 137, Anmerkung). Ein großer Theil dieser Ablagerungen besteht aus Thonstoffen, die man Salzthone nennt, gräulich oder röthlich aussehen, in deren Mitte das Salz bald eingestreut, bald darin in mehr oder weniger beträchtlichen Nestern, Adern oder Lagern mit Gyps vorkommt, der manchmal wasserfrei und dessen Menge mehr oder weniger groß ist. An manchen Orten sind diese Steinsalzlager ungeheuer groß und bilden ganze Berge, wo das Salz manchmal zu Tage liegt und unter dem freien Himmel gleich den Bausteinbrüchen abgebaut werden können.

Es gibt Gegenden, die ausnehmend reich an solchen Ablagerungen sind, wie z. B. die beiden Abhänge der Karpathen auf der einen Seite von Krakau an, wo man die berühmten Salzbergwerke von Williczka und Bochnia findet, bis in die Moldau hinein, wo man besonders die Bergwerke von Okna bemerkt; auf der andern in Ungarn und Siebenbürgen, wo man ebenfalls sehr bedeutende Salinen antrifft. In allen diesen Gegenden bildet das Salz für sich selbst unermeßliche Flötze, die dem tertiären Gebirge angehören, wie ich schon im Jahre 1818 nachwies. Er wird daselbst in Blöcken abgebaut, die wegen der Reinheit der Masse unmittelbar in den Handel gebracht werden. Auch Salzburg, Baiern und Württemberg besitzen beträchtliche Ablagerungen, die der Zechsteinformation angehören, aus denen man aber keine Salzblöcke mehr, wie aus den vorigen gewinnt; man leitet bloß Wasser in das Bergwerk und führt es hierauf nach außen, um es verdampfen und krystallisiren zu lassen. In Frankreich sind keine andere Salzbergwerke

bekannt, noch werden andere ausgebeutet, als die von Wic in Lothringen, die im bunten Sandstein liegen, und eine ziemlich große Anzahl von Quellen, die sich in der gleichen Gegend befinden. In England führt man hauptsächlich die Bergwerke von Northwich, in der Schweiz die von Ber, und in Spanien die von Cardona, die gleichfalls zu den tertiären Ablagerungen gehören.

Sehr zahlreich sind die Salzquellen und gewöhnlich in den Gegenden, wo sich Salzablagerungen finden, welche ohne Zweifel die Gewässer durchdringen, ehe sie zu Tage treten. Es gibt auch solche, die aus einer großen Tiefe herauskommen, was ihre hohe Temperatur beweist, und vielleicht das Salz in sich aufnehmen, das sie in andern Lager, als in den uns bekannten einschließen.

Diese Quellen werden alle benützt, entweder frei von den Bewohnern der Gegend oder von Gesellschaften. Wir besitzen deren eine große Anzahl in Frankreich, z. B. zu Dieuze, Moyenvic, Chateau-Salins ꝛc., und ebenso finden sie sich an sehr vielen Oertern, sowohl in Europa als in den übrigen Welttheilen.

Auch die Salzseen sind außerordentlich zahlreich und zeigen sich hauptsächlich auf den großen Ebenen unserer Continente. Sehr viele faßt das asiatische Rußland, Sibirien, in sich; auch die Ebenen Afrika's sind in dieser Beziehung ausnehmend reich. Selbst der Boden solcher Gegenden, wo sich diese Seen zeigen, ist ganz von Salzen durchdrungen, und man führt feste Massen an, die sich da und dort auf dem Boden in denjenigen Theilen zeigen, wo die immerwährende Trockenheit des Klima's ihre Erhaltung gestattet.

Es ist zu bemerken, daß in diesen Seen, wie in den Meerwassern, das Kochsalz mit Chlorcalcium und Chlormagnesium, schwefelsaurem Natron u. s. w. verbunden ist.

Anwendung. — Das Kochsalz ist dergestalt dem Menschen nothwendig, daß es überall, wo man es findet, mit Sorgfalt gewonnen wird, und daß man an allen Meeresküsten das Meerwasser verdampft, um diesen wichtigen Stoff zu erhalten. In den durch reiche Ablagerungen begünstigten Theilen gibt man von diesem Salz immer auch dem Vieh, das davon außerordentlich lecker wird, was zur Erhaltung seiner Gesundheit nicht wenig beiträgt; man findet in solchen Gegenden ganze Blöcke Salz am Ausgang aller Viehställe.

Außer der täglichen Consumtion bedient man sich in vielen Gegenden des Kochsalzes zur Bereitung einfach kohlensauren Natrons, das von so großem Werthe für die Seifensiedereien und Glashütten ist. Aus dem Kochsalz stellt man überdies noch die für die Künste so nothwendige Chlorwasserstoffsäure dar.

Das Kochsalz bietet trotz seines niedern Preises, wenn es keiner Abgabe unterworfen ist, Europa einen Bruttoertrag von 150 Millionen Franken.

Verschiedene Chlorüre.

§. 190. Wir wollen nun auch einige andere Körper aus dieser Gruppe anführen, was immerhin von Nutzen sein kann, wenn wir einige Kenntnisse hierüber besitzen.

Das Calomel (Chlorquecksilber, Quecksilberhornerz) findet man mit dem Zinnober als kleine Ueberzüge und als kleine weißliche Krystalle, die quadratische Säulen darstellen.

Das Cerasin (Chlorblei) ist sehr selten; man findet es in einigen Bleibergwerken; es erscheint in Säulen mit quadratischen Grundflächen und ist besonders darin merkwürdig, daß es eine Verbindung von Chlorblei mit Bleioxyd darbietet, ein Umstand, wovon wir mehrere Beispiele in unsern chemischen Laboratorien kennen.

Der Atakamit (Salzkupfererz, Chlorkupfer) befindet sich im gleichen Falle; er ist ein Kupferchlorür verbunden mit Kupferoxyd und Kupferoxydhydrat. Diese schön grün gefärbte Substanz findet man in gewissen Kupfererzlagern von Peru; man verwandelt sie in ein Pulver, das man alsdann überall als Streusand beim Schreiben gebraucht.

Das Sylvine oder Sylviusalz ist in sehr geringer Menge in den Salzbergwerken von Hallein und Berchtesgaden in Salzburg dem Kochsalz beigemengt.

Das Chlorcalcium und das Chlormagnesium sind sehr leicht zerfließlich, finden sich im Meerwasser und im Wasser gewisser Seen, denen sie einen bittern Geschmack verleihen.

Der Salmiak oder das Ammoniakkalz kommt in einigen eingeschlossenen Schwarzkohlenablagerungen in den Vulkanen, auf der Oberfläche der Laven und in einer Art von Solfataren in Innerasien vor, wobin ganze Karavanen ziehen, um ihn zu gewissen Zeiten des Jahres zu sammeln.

2. Gruppe der Bromide und der Jodide.

§. 191. Das Bromsilber entdeckte man in den Pacos und Colorados von Peru und Mexiko, und erkannte es seitdem in ähnlichen Stoffen zu Poullaoen in der Bretagne. Es findet sich ziemlich häufig in den ersteren, und als kleine Würfel von grünlicher Farbe in den andern. Man unterscheidet es an den in §. 100, 4. angegebenen chemischen Charakteren. Es ist, wie das Chlorsilber, in Ammoniak löslich.

Die Mutterlaugen der Salzsümpfe enthalten Brommagnesium und Broncalcium. Das Meerwasser beraubt, geben sie durch salpetersaures Silber einen gelblichen Niederschlag, der sich durch seinen Geruch von dem Chlorsilber unterscheidet. Bromzink soll, wie man sagt, in den Galmeiablagerungen von Schlesien vorkommen.

Das Jodsilber wurde früher von Bauquelin in den mexikanischen Silbererzen angegeben; aber es war, wie man gegenwärtig vermuthet, nur ein Bromür. Ebenso führte man auch Jodzink und Jodquecksilber an: das erstere in Schlesien, das zweite in Mexiko.

Jodnatrium und Jodmagnesium kommen im Meerwasser und in gewissen Mineralwassern, z. B. in denen von Vogbera, Sales und Castel-Novo d'Asti in Piemont vor, die man bei scrophulösen Krankheiten benützt. Die Mutterlaugen der Salinen von Schönebeck im Magdeburgischen, die Mutterlauge von Guaca in Columbia enthalten deren gleichfalls. Alle diese Wasser geben durch salpetersaures Silber einen Niederschlag, der aber in Ammoniak unlöslich ist.

3. Gruppe der Fluoride.

Körper, die mit Phosphorsäure geschmolzen, einen Dampf geben, welcher das Glas der Röhre, in der man die Operation vor sich gehen läßt, angreift.

Flußspath. — Flußsaurer Kalk, Fluorcalcium.

§. 192. **Charaktere.** — Es ist eine Substanz, die oft lebhafte Farben zeigt, im kubischen System krystallisirt, sich in Tetraeder oder regelmäßige Octaeder spaltet, durch Glas geschnitten wird, im Allgemeinen durch die Wirkung der Hitze eine sehr merkliche Phosphoreszenz zeigt.

Schmilzt vor dem Löthrohr, ist in Säuren löslich, besonders in Schwefelsäure, durch die der Flußspath zersetzt wird; die nachfolgende Lösung gibt mit oxalsauren Salzen, aber nicht durch Ammoniak, einen reichlichen Niederschlag.

Der Flußspath erscheint oft krystallisirt und nimmt beinahe alle Formen des kubischen Systems an, aus-

genommen das Tetraeder, das man nur durch das Spalten erhält. Er findet sich übrigens oft auch als eine blätterige oder strahlige, seltener dichte und manchmal erdige Masse. Er ist selten farblos, sondern zeigt gewöhnlich lebhafte Farben — roth, grün, rosa, violett, mehr oder weniger dunkel — und oft sind alle diese Farben in Bändern oder Streifen auf einem und demselben Exemplare vereinigt.

Vorkommen, Anwendung. — Diese ziemlich gemeine Substanz ist meist den Erzlagern untergeordnet, besonders den Bleierzlagern; doch bildet sie auch für sich allein Gänge sowohl in den Granitgebilden, als in den nahe anstehenden Flötzablagerungen.

Solche Varietäten, deren Farben lebhaft und zu Streifen oder Bändern, im Zickzack oder sonst auf eine hübsche Weise angelegt sind, werden zur Verfertigung von Urnen, Schalen, Bechern und einer Menge anderer Kunstgegenstände, die Effekt machen und oft zu sehr hohen Preisen verkauft werden, benützt. Es scheint, daß auch aus dieser Substanz die im Alterthume so berühmten Murrhinsvasen (vases Murrhins) gemacht waren. In England werden heutzutage die meisten dieser Gegenstände verfertigt; in Frankreich hat man zuweilen die grünlichen, schichtenweise im Zickzack mit Quarz gemischten Varietäten unter dem Namen Smaragdmutter (prime d'émeraude) zu ziemlich hübschen Belegen angewandt.

Man bereitet aus dem Flußspath die Flußsäure, deren man sich zum Gravieren auf Glas bedient, wie des Scheidewassers zum Gravieren auf Kupfer. Zu diesem Behufe bedeckt man die Oberfläche des Glases mit einer dünnen Wachsschichte, macht hierauf mit einer Radirnadel die Zeichnung darauf, die man zu gravieren wünscht, und setzt das Glas den flußsauren Dämpfen aus, die man aus einem Gemisch von Flußspathstaub und Schwefelsäure entwickelt.

§. 193. Es besteht auch ein Fluorcerium und ein Fluoryttrium, die man als sehr kleine Nester in den Pegmatiten von Brodbo und Fimbo in Schweden findet. Auch kennt man eine weiße Substanz, nämlich den in rectangulare Prismen spaltbaren Kryolith, welcher sehr leicht vor dem Löthrohr schmilzt, und ein Doppelsalz von Fluoraluminium und Fluornatrium. Man findet ihn in Grönland als Gänge in den krystallinischen Gesteinen.

Topas.

§. 194. Glasartig, schneidet den Quarz, krystallisirt in rhombischen Säulen, die sich senkrecht zur Axe spalten lassen. Unschmelzbar vor dem Löthrohr, nach dem Schmelzen mit Natronsalz in den Säuren löslich; die Auflösung gibt mit Ammoniak einen flockigen Niederschlag.

Der Topas kommt fast immer krystallisirt vor. Er erscheint in verschiedenartig veränderten rhombischen Säulen, wie es in den hier beigefügten Figuren gezeigt ist, die man oft abgerundet und zerbrochen in den Flüssen verschiedener Gegenden findet; öfters sind sie in Gerölle umgewandelt, die sich durch die Spaltung, die sie zulassen, von den ihnen ähnlichen Quarzgerollen unterscheiden. Zuweilen sind die Krystalle ziemlich groß, und wenn sie im Gestein eingebacken sind, so bieten sie, wenn sie zerbrechen, blätterige Massen dar, die weiß aussehen und mehr oder weniger undurchsichtig sind. Wo anders sind sie dagegen sehr klein, aufeinander gehäuft und erzeugen kleine körnige Massen.

Der Topas ist meist gelblich; doch findet man ihn auch wasserhell oder rosenroth und bläulich.

Dieser Stoff gehört wesentlich den krystallinischen Gesteinen an; er kleidet entweder die Risse derselben aus, oder ist er in denselben, namentlich in den Pegmatiten, eingesprengt; auch findet man ihn in einigen Erzlagern, besonders in denen des Zinns. In Neuholland, in Brasilien u. s. w., kommt er als Krystalle und Gerölle mit vielen andern Substanzen in den Alluvialablagerungen vor.

Er findet bekanntlich in der Bijouterie seine Anwendung; von Brasilien kommen uns die Steine gegenwärtig alle geschliffen zu, daher hat man sie bloß noch auszuwählen. Varietäten von rosenrother Farbe, die man gewöhnlich erhält, wenn man einige gelbe Varietäten der Hitze aussetzt, nennt man gebrannte Topase.

§. 195. Pyknit nennt man eine steinartige, strahlige, in den Zinngrubenwerken von Altenburg in Sachsen vorkommende Substanz, die zwar auch Kieselerde, Fluor und Thonerde enthält, aber deren Proportionen in der Zusammensetzung von denen des Topases verschieden sind. Es ist heutzutage schwer, diese Substanz zu bestimmen, und dies um so mehr, als selbst der deutlich krystallisirte Topas in dieser Beziehung ziemlich veränderlich ist, und man noch gar nicht die Rolle kennt, die das Fluor bei diesen Verbindungen spielt. Man kann auch noch dies sagen, daß in optischer Hinsicht bei den Topasen große Unterschiede in der Abweichung der Axen herrschen (§. 69), was mehrere Arten anzudeuten scheint (siehe auch die fluorhaltigen Silikate).

Hydrogenide und Azotide.

§. 196. Der Wasserstoff und der Stickstoff sind Körper, von denen man nicht recht weiß, welchen Platz man ihnen in der Reihe der einfachen Körper anweisen soll. Sie haben einerseits einige Aehnlichkeit mit dem Kohlenstoff, anderseits mit dem Schwefel und Phosphor, daher wird man veranlaßt, sie zwischen diesen beiden Substanzen einzureihen.

In dieser Gruppe besitzen wir wenige natürlich vorkommende Stoffe; diejenigen aber, die vorhanden sind, sind auch wichtig genug, um sie nicht mit Stillschweigen übergehen zu können. Unter den Hydrogeniden haben wir den Wasserstoff und das Wasser, bei den Azotiden den Stickstoff und die atmosphärische Luft und einige salpetersaure Salze, worunter das salpetersaure Natron das wichtigste ist.

Wasserstoff.

§. 197. Ein gasförmiger, farbloser, geruchloser, sehr leichter und verbrennlicher Körper, der durch die Verbrennung das Wasser gibt.

Der Wasserstoff, der selten im ungebundenen Zustand ist, scheint sich zuweilen aus den Spalten zu entwickeln, die sich während der Erdbeben bilden; dies ist vielleicht auch der Ursprung der Flammen, die man bisweilen bei diesen großen Katastrophen angegeben hat. Er wird manchmal in reichlicher Menge während der vulkanischen Ausbrüche frei, wo er beinahe sogleich in Folge der hohen Temperatur verbrennt. Er ist immer mit Naphthadämpfen und Kohlenwasserstoff, der sich aus den Salzen entwickelt (§. 212), gemengt.

Wasser.

§. 198. Das Wasser findet sich in der Natur in allen drei Aggregatzuständen, d. h. im festen, flüssigen und gasförmigen Zustand.

Im festen Zustand krystallisirt es im rhomboedrischen System, was man immer beobachtet, wenn man im Winter hohe Gebirge besucht. Es zeigt als-

dann die doppelte, attractive Strahlenbrechung, welche, wie man weiß (§. 70), nur bei wenigen Substanzen erkannt wird. Es bildet in diesem Zustande die ewigen Eisfelder der Polen, selbst im Niveau der Meere, und den ewigen Schnee auf der Spitze der Berge, welcher in verschiedenen Höhen, je nach den Breitegraden, seinen Anfang nimmt. Die Beobachtung liefert in dieser Beziehung folgende Resultate:

Bei 70° Breite befindet sich die untere Schneegrenze in einer Höhe von ungefähr	1650 Meter
Bei 65°	1500 „
Bei 45°	2550 „
Bei 20°	4600 „
Unter dem Aequator	4800 „

Dieser ewige Schnee bildet die sogenannten Gletscher, unter denen man zwei Arten unterscheiden muß: 1) diejenigen, welche bei den angegebenen Grenzen anfangen und beinahe unveränderlich sind; 2) solche, welche sich aus dem Schnee, der zu gewissen Zeiten in tiefere Thäler fällt oder aus den Lawinen ergeben, die zuerst kommen. Diese letzteren, die durch das unaufhörliche Einsickern des Wassers seh werden, das von dem Schmelzen einiger Schneemassentheile herrührt, und die sich beständig auf dem Abhang des Bodens fortbewegen, steigen weit tiefer hinab und sinken in unsern Klimaten sogar bis zu 1000 Meter hinab und reichen somit in die Wiesen und in das angebaute Land hinein. Die Masse des Schnees ist sehr veränderlich, bald nimmt sie zu, bald nimmt sie ab, je nach dem Grad der Wärme und der Dauer der Sommer; manchmal verminderi sie sich einige Jahre hinter einander, dann vermehrt sie sich auch wieder mehrere Jahre hindurch. Diese zufälligen Gletscher bieten die merkwürdigsten Verhältnisse dar, und werden auch am häufigsten besucht. Der zusammengebackene Schnee bildet hier Ablagerungen, deren Mächtigkeit oft 800 bis 900 Meter beträgt, und die unregelmäßig von tiefen Spalten durchbrochen und von Gruben durchbohrt sind, in welchen sich kleine Flüßchen verlieren, die vom täglichen Schmelzen des Schnees auf der Oberfläche herkommen. Eisstücke, die jeden Moment bereit sind, in die Tiefe hinabzustürzen, besäen auf allen Seiten die Oberfläche und halten den durch die Neugierde verbeigelockten Wanderer bei jedem Schritte auf; dies sind die größten, sind die schrecklichsten Schauspiele der Natur. Man hat diese Gletscher einem von wüthenden Stürmen bewegten Meere verglichen, das plötzlich gefroren wäre, während seine schäumenden Wogen die Erde mit einem allgemeinen Umsturz zu bedrohen scheinen würden. Manchmal jedoch ist die Oberfläche ebener und kann der Wanderer bei einiger Vorsicht ganz sicher darauf reisen.

In unserm Klima kann man inmitten der Alpen die Gletscher sehen, sei es nun um den Montblanc herum, wo man besonders den Gletscher von Bois oder das Eismeer bemerkt, das fünf franz. Meilen lang und eine Meile breit ist; oder sei es am Sankt Gotthard, wo man den Rhonegletscher findet, der einer der merkwürdigsten ist, und von wo der Fluß bereits mit großer Gewalt aus einem ungeheuren Eisgewölbe hervorbricht.

Eis findet sich auch in gewissen Höhlen, die man deßhalb natürliche Gletscher nennt; es wird darin durch die schnelle Verdunstung erzeugt, die eine Folge von den Luftströmungen auf den Gewässern sind, welche in diese Höhlen einsickern, und wovon nun ein Theil zu Eis wird. Solche natürliche Gletscher finden sich in dem Juragebirge, namentlich bei der Abtei Grace-Dieu, sechs Stunden westwärts von Besançon.

Im flüssigen Zustand kommt das Wasser außer den Meeren, die unsere Continente umgeben, den Seen, welche sich in großer Anzahl bald auf den Ebenen, bald auf den Bergen und selbst bis zu ihren Spitzen hinauf befinden und außer den Flüssen und Strömen, welche die Erdoberfläche durchschneiden, auch noch in mehr oder weniger großen Massen im Innern der Erde vor und bildet unterirdische Flüsse, deren Strömung zuweilen sehr reißend ist. Einerseits sieht man bisweilen die Gewässer in beträchtlicher Menge selbst aus den Felsen hervorbrechen, was z. B. bei der Quelle des Loiret, der Orbe, der Springquelle von Vaucluse, der von Nimes und an sehr vielen andern Oertern der Fall ist, was auf mehr oder wenige lange innere Ströme hinweist; anderseits ließen die Bohrversuche, welche man an so vielen verschiedenen Orten wegen der artesischen Brunnen anstellte, in verschiedenen Tiefen rasch fließende Gewässer entdecken, welche die Idee erweckten, das Wasser, das man entfernen wollte, in das Bohrloch zu leiten. Dies ist nun der Ursprung der Saugbrunnen, welche für gewisse Gegenden nicht weniger werthvoll sind, als die artesischen Brunnen selbst.

Diese letzteren nennt man deßhalb artesische Brunnen, weil seit lange in Artois senkrechte Bohrlöcher im Gebrauch sind, in welchen an gewissen Oertern die in der Tiefe befindlichen Gewässer an die Oberfläche heraufsteigen und manchmal sogar über dieselbe bis zu bedeutenden Höhen emporspringen.

Die wesentliche Bedingung, um einen artesischen Brunnen zu erhalten, ist die Gegenwart einer auf allen Seiten hinlänglich erhobenen Kieschichte, die in ziemlich großer Entfernung zu Tage tritt und zwischen zwei vom Wasser undurchdringbaren Schichten liegt, von denen man die obere durchbohrt. Es ist klar, daß, wenn sich eine solche Schichte auf der Oberfläche des Bodens, z. B. in a und b zeigt, sie das Regen-

(Der untere Buchstabe d sollte g heißen.)

wasser in seinem ganzen Umkreise, der zuweilen sehr groß sein kann, in sich aufnimmt und sich alsdann zwischen den beiden undurchdringlichen Schichten bis zu einer gewissen Höhe c d anfüllen wird; bohrt man nun ein Loch durch sämmtliche Schichten hindurch, welche die wasserführende Schichte bedecken, so wird das Wasser im Bohrloche emporspringen und sich nach außen bis zu der Höhe erheben, welche es in diesem großen natürlichen Behälter hat. Das Wasser fährt fort, bis zu der gleichen Höhe emporzusteigen, wenn in der äußern Umgebung der Schichte eine hinlängliche Einlaugung von Wasser stattfindet, oder noch besser, wenn in einigen Punkten a, b u. s. w. des Ausgehenden der Schichte irgend ein Fluß seinen Lauf hat, der fortwährend Wasser liefern kann. So ist es z. B. wahrscheinlich, daß die Creuse den artesischen Brunnen von Tours und die Yonne dem Brunnen von Grenelle in Paris das nöthige Wasser liefert.

Es ist klar, daß das, was hier durch die Kunst geschieht, auch in der Natur durch Spalten stattfinden kann, die sich entweder im Boden, welcher die wasserführende Schichte bedeckt, oder in derjenigen befinden, auf der sie ruht, wie z. B. die Spalte von l nach g: dies erklärt die Quelle der Loiret, die Springquellen von Vaucluse, Nimes u. s. w., die sogenannte Hungerbrunnen, die zu gewissen Zeiten im Jura austreten — lauter Umstände, welche mit dem

Verschwinden der Regenwasser und Flüsse im Sande gewisser Gegenden in Verbindung stehen können.

Die artesischen Brunnen führen an die Erdoberfläche Gewässer, welche für verschiedene Gegenden völlig verloren sein würden und daher große Hülfsquellen sind. Man hat den Vorschlag gemacht, daß man auf diese Weise die Wassermenge gewisser kleiner Flüsse vermehren sollte, was oft von einem unermeßlichem Nutzen sein würde; man hat sogar schon daran gedacht, daß es nicht unmöglich wäre, gewisse Theile der ägyptischen Wüsten kulturfähig zu machen, wenn man auf solche Weise Gewässer an die Oberfläche des Bodens führen würde.

Die gewöhnlichen Quellen sind ein Ergebniß des Durchsickerns des Regenwassers durch den Boden, bis eine undurchdringliche Schichte, z. B. a b, es aufhält und nach außen zu fließen nöthigt.

Anders muß es sich aber mit den sogenannten Mineralquellen verhalten, wenigstens mit solchen, welche verschiedene Stoffe enthalten, die man in den andern Quellen nicht findet, und denen eine höhere Temperatur den Namen Thermen oder warme Quellen gab. Man suchte zu allen Zeiten die Erklärung davon bald in der Zerlegung der Pyrite, bald in der Nachbarschaft der Vulkane, ohne alle Beobachtungen beitreiben zu können; in jetziger Zeit läßt natürlich die bekannte Zunahme der Temperatur in dem Verhältniß, als man in das Innere der Erde hinabsteigt, und die ungefähr 1° für 30 Meter Tiefe unter dem Punkte, wo man die mittlere Temperaur des Ortes erhält, vermuthen, daß die Temperatur der warmen Quellen davon herrühre, daß diese Wasser, gleich dem Wasser der artesischen Brunnen von einer mehr oder weniger beträchtlichen Tiefe, die man sogar berechnen kann, herkommen. *

Man begreift leicht, daß das Wasser bei solchen Tiefen und bei der gehörigen Temperatur in gewissen Formationen auf die Gesteine einwirken und daraus gewisse Salze ausziehen könne, welche es von dem Quellwasser unterscheiden, das ein Resultat auf der Oberfläche stattfindender Einsickerungen ist.

Die Thermen sind ziemlich verbreitet; doch sind die mit siedheißem Wasser selten; in Frankreich kennt man bloß als solche heiße Quellen die von Chaudes-Aigues und Vic am Cantal; auch finden sie sich an sehr wenigen andern bekannten Orten der Erdoberfläche.

Führen wir jetzt noch die Springquellen an, von denen die einen immerwährend, die andern mit Unterbrechung springen. Die hinsichtlich der Anzahl und Höhe des Sprunges merkwürdigsten sind die von Island, wo sie Geyser genannt werden, was nach den Einen Springwasser, und nach Andern wüthende Quellen bedeutet. Darunter gibt es namentlich eine, die von einer halben Stunde zur andern eine Säule kochenden Wassers mit einem Durchmesser von 18 Pariser Fuß und einer Höhe von 150 Fuß ausstößt. Das Wasser dieser Quelle schließt Kieselerde ein, die sich als ein Hydrat auf allen umgebenden Körpern absetzt.

Als Dampf findet sich das Wasser beständig mit der atmosphärischen Luft gemengt; bildet aber auch mehr oder weniger große Säulen von 100° Temperatur, die aus den Spalten des Bodens gewisser Gegenden, und öfters mit einem Geräusch, wie aus einem Dampfkessel aufsteigen. Solche Dampfauswürfe findet man nicht allein bei den thätigen Vulkanen und Solfataren, sondern auch in gewissen Kalkböden, die sehr weit davon entfernt sind, z. B. am Monte-Cerboli, zu Castel-Nuovo in Toskana ꝛc.; solche Auswürfe nennt man Fumarolen. Die Dämpfe, aus denen sie bestehen, führen verschiedene Stoffe mit sich fort, die man in dem Wasser erkennt, welches aus ihrer Verdichtung hervorgeht. So findet man z. B. in Toskana die Borsäure in den Lagunen, die mit den Fumarolen in Verbindung stehen. Am Vesuv sind diese Dämpfe mit Chlorwasserstoffsäure angefüllt, und am Solfatar von Pozzuoli entweichen sie mit Schwefelgas und Schwefelwasserstoffgas.

Im gebundenen Zustand befindet sich das Wasser in sehr vielen Körpern, die man deßhalb Hydrate nennt. Der Limonit und Gyps sind die wichtigsten Beispiele dieser Art und enthalten wahrscheinlich die größte Menge auf diese Weise auf der Erdoberfläche gebundenen Wassers.

Stickstoff. — Salpetersaure Salze oder Azotate.

§. 199. Der Stickstoff ist ein farbloses und geruchloses Gas, das weder die Verbrennung noch das Leben unterhält, unverbrennlich und unauflöslich im Wasser ist. Er entwickelt sich manchmal aus den Spalten der Erde während der vulkanischen Erscheinungen oder während der Erdbeben; man schreibt ihm die Asphyxie zu, in welche die Thiere zuweilen bei diesen großen Convulsionen der Natur fallen.

Ein Gemenge von 78 Theilen Stickstoff und 22 Theilen Sauerstoff bildet die atmosphärische Luft. 26 Theile Stickstoff mit 74 Sauerstoff verbunden bilden die Salpetersäure, die man in der Natur in Verbindung mit Kali, Natron, Kalk und Magnesia findet.

Das salpetersaure Kali oder Salpeter, das in rhombischen Säulen zu krystallisiren vermag, findet sich als Anflug an sehr vielen Oertern auf der Erdoberfläche, namentlich auf den großen Ebenen unserer Continente; so in Ungarn, in der Ukraine und in Podolien, in den Ebenen des kaspischen Meeres, in Persien, Arabien, in den Wüsten Aegyptens, in verschiedenen Höhlen der Kalkgebirge und der Zelsphatablagerungen. Es scheint sich fast überall tagtäglich zu bilden; doch ist die Ursache von dieser Bildung schwer anzugeben. Was die Salpeterbildung an den Mauern unserer Pferdeställe und im Allgemeinen um unsere Wohnungen herum betrifft, so läßt sie sich aus der Zerlegung der thierischen Stoffe erklären, welche den Stickstoff liefern; doch kann diese Erklärung für die natürlichen Höhlen, für die Oberfläche der sandigen Gegenden, mithin in den Wüsten nicht mehr genügen, und man muß den Stickstoff in der Luft selbst suchen. Was man hierüber weiß, ist dieß, daß zu dieser Salpeterbildung die Berührung der Luft mit kalkhaltigen porösen Stoffen und Feuchtigkeit nöthig ist.

Der Salpeter wird überall gesammelt, wo er sich findet; der größte Theil wird zur Bereitung des Schießpulvers verbraucht. Man stellt ihn oft mittelst der alten Gypssteine der Ställe und Höhlen dar, welche manchmal eine bedeutende Menge salpetersauren Kalkes enthalten; auf diese Weise gewonnen, wird er aber viel theurer als derjenige, den man sich durch den Handel verschaffen könnte, wenn man ihn aus Gegenden bezieht, wo er schon ganz gebildet in der Natur vorkommt.

Das salpetersaure Natron, das man auch kubischen Salpeter nennt, weil es in Rhomboedern krystallisirt, die man anfangs als Würfel

* Man durfte in der Ebene von Paris bloß 547 Meter tief bohren, um einen artesischen Brunnen zu bekommen, dessen Wasser eine Temperatur von 28° hatte.

betrachtete, findet man natürlich als zwei bis drei Fuß mächtige Schichten mit einer körnigen Struktur in der Umgegend der Bai von Iquique in Peru, in einer Ausdehnung von mehr als vierzig französischen Meilen, in den Distrikten von Tarapaca und Atacama; es findet sich manchmal bloßgelegt oder nur mit einer Thon- oder Sandschichte bedeckt. Man beutet einen großen Theil davon aus; gegenwärtig dient er zur Bereitung der Salpetersäure und als Hülfsmittel bei der Bereitung der Schwefelsäure; es ist nicht sehr dienlich zur Fabrikation des Schießpulvers, weil es ein wenig zerfließlicher ist als das salpetersaure Kali.

Gruppe der Carbonide.

Es sind dies feste, flüssige und gasförmige Körper; die einen sind verbrennlich und geben alsdann Kohlensäure, andere sind in Säuren löslich und geben unter Aufbrausen kohlensaures Gas frei; ein anderes endlich kommt sogar im Innland eines gasförmigen oder im Wasser aufgelösten Kohlensäure vor.

§. 200. Die in dieser Gruppe einbegriffenen Körper sind der Kohlenstoff und eine ziemlich große Anzahl schlechtdefinirter Verbindungen von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff; ferner sind es einige Carbüre, und endlich die freie Kohlensäure und Carbonate oder kohlensauren Salze.

Den reinen Kohlenstoff finden wir nur im Diamant und dem Graphit; diese sind auch die einzigen Kohlenstoffarten, die gut definirt sind und von einander bloß in der Aggregationsweise der kleinen Theilchen verschieden sind. Die Verbindungen von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff; ferner sind es einige Carbüre, und endlich die freie Kohlensäure und Carbonate oder kohlensauren Salze.

Den reinen Kohlenstoff finden wir nur im Diamant und dem Graphit; diese sind auch die einzigen Kohlenstoffarten, die gut definirt sind und von einander bloß in der Aggregationsweise der kleinen Theilchen verschieden sind. Die Verbindungen von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bilden die Stoffe, die man gemeinhin mit dem Namen Steinkohlen bezeichnet und diejenigen Substanzen, die man Bitumen nennt. Diese Stoffe sind ein Resultat einer Zusammenhäufung vegetabilischer Ueberreste, welche verschiedene Veränderungen erlitten haben, in Folge derselben sich aus ihren Elementen besondere Verbindungen bildeten.* Sie können, wenigstens gegenwärtig, auf keinerlei Weise besondere Mineralarten bilden; aber in Anbetracht ihrer Wichtigkeit in den Künsten müssen wir sie nach dem Diamant unter Namen beschreiben, unter welchen man sie gewöhnlich kennt.

Die geringe Anzahl von Carbüren, die wir im Mineralreich kennen, sind Verbindungen von Kohlenstoff und Wasserstoff; das eine von ihnen ist wegen der Rolle, die es spielt, wichtig genug, um es kennen zu lernen, während die andern uns den Schlüssel in die Hand geben, durch welchen wir zu einer Eintheilung, sowohl der bituminösen Stoffe als der Steinkohlen gelangen.

Von den Carbonaten verdient eines unsere ganze Aufmerksamkeit wegen seines großen Reichthums in dem Flötzgebirge, ein anderes als ein reiches und leicht zu behandelndes Eisenerz.

Kohlenstoff, kohlenstoffhaltige Brennstoffe und Carbüre.

Diamant.

§. 201. **Charaktere.** — Er ist ein glasartiger Körper mit einem eigenthümlichen Glanz, ist sehr hart und schneidet in alle Körper ein, ohne von einem andern geschnitten werden zu können; kommt stets als Krystall vor, dessen Flächen gewöhnlich abgerundet sind. Er läßt sich mit Leichtigkeit parallel mit den Flächen des regelmäßigen Octaeders spalten, was ihn sehr leicht zerbrechlich macht; spezifisches Gewicht = 3,52; verliert in der Oxidationsflamme leicht seinen Glanz; schmilzt im Feuer so gut wie jede andere Substanz aus Kohlenstoff, wenn er in Form eines Pulvers mit Salpeter gemengt wird.

Er ist selten vollkommen durchsichtig; gewöhnlich ist er durch gelbliche oder bräunliche Farben verunreinigt. Auch findet man bei ihm selten entschiedene und lebhafte Farben. Es gibt schwarze und völlig undurchsichtige Diamante, die aber nichts desto weniger einen außerordentlichen Glanz bekommen, wenn man sie schleift.

Vorkommen. — Man fand den Diamant in Brasilien in Glimmergesteinen, die man Itakolumite nennt (§. 126), sowie in den oberen Sandsteinen, die in allen Nüancen in dieselbe übergehen, eingesprengt, worin er sogar eine Zeitlang ausgebeutet wurde. Doch wird er seit der Entdeckung in den auf Kosten dieser ersteren Ablagerungen entstandenen Alluvialbildungen gesammelt, worin sich zugleich Gold und Platina, mit Ueberresten von Eisenglanz und Magneteisen, Rutil, Zirkon, und mit verschiedenen andern Silikaten in abgerundeten Krystallen finden, die von dem Itakolomit herrühren. Auf Borneo hat man diese Substanz in Serpentintrümmern entdeckt, worin sich zugleich auch Gold und Platin befindet. In Indien trifft man sie in gewissen Sandsteinarten an, und in Sibirien scheint sie von den kohlenhaltigen Dolomiten herzukommen.

Der Diamant findet sich in diesen Ablagerungen immer in kleiner Menge eingesprengt und beinahe immer in einen erdigen Ueberzug gehüllt, der ihm mehr oder weniger fest anhängt und ihn zu erkennen verhindert, bevor man ihn gewaschen hat. Auch nimmt man bei seinem Aufsuchen das Waschen in starken Wassern vor, um die erdigen Theile entfernen zu können; man entfernt die gröberen Gerölle und sucht hierauf die Diamante im Rückstand.

Man kennt den Diamant nur an sehr wenigen Lokalitäten. Zuerst hat man ihn in Indien, in Dekhan und namentlich in den Thälern des Pannars und der Krischna gefunden. Er existirt auch auf der Insel Borneo; am Anfange des vorigen Jahrhunderts fand man ihn in Brasilien und im Jahre 1829 in Sibirien.

Menge und Werth. — Die Menge der Diamante, die jährlich von Brasilien in den Handel gebracht werden, das seit der Entdeckung beinahe ganz allein das Monopol davon hatte, beträgt nicht mehr als sechs bis sieben Kilogramme, deren Gewinnung mehr als eine Million Franken kostete; auch ist dieser Körper selbst im rohen Zustand immer sehr theuer. Von den fehlerhaften Diamanten, die man nicht schleifen kann, kostet durchschnittlich ein Gramm 156 Franken* (45mal so viel als das Gold); man verkauft sie, entweder um den Diamantstaub daraus zu machen, dessen man sich zum Schneiden und Polirren der andern bedient, oder um Instrumente daraus zu machen, mit welchen man in die feinen Steine gravirt, oder endlich um das Glas zu schneiden. Von den sehr kleinen Diamanten, die noch geschliffen werden können, wird ein Gramm selbst noch zu 156 Franken verkauft; kaum aber wiegt einer 50 Milligramme, als der Preis beträchtlich steigt und für die Uebergewichte die Zunahme des Preises bedeutend zunimmt; so ist z. B. der Werth eines unverarbeiteten Diamants von ½ Gramm Gewicht 260 bis 280 Franken; von 1 Gramm mehr als 1000 Franken. Es ist nun leicht einzusehen, daß ein geschliffener Diamant noch weit theurer sein muß; denn einerseits erfordert das Schleifen viele Zeit und verliert der Stein dadurch an Gewicht; anderseits entdeckt man auch während der Arbeit viele Mängel, so daß man oft eine große Anzahl wegwerfen muß. Ein

* Es ergibt sich aus verschiedenen Versuchen, welche wir zwar angefangen haben, aber gewisser Umstände halber nicht vollenden konnten, daß die Pflanzen, die Temperaturen zwischen 1000° und 2000° unter einem geeigneten Druck aufgesetzt werden, sich in Stoffe verwandeln, die der Braunkohle, Schwarzkohle und dem Bitumen vollkommen ähnlich sind.

* Schon lange ist man gewöhnt, beim Diamantverkauf als Gewichtseinheit das, was man Karat nennt, zu nehmen, was so viel als 212 Milligramme ist.

1 Gramm schwerer geschliffener Diamant, der in der That schon ein schöner Stein ist und die Größe der hier beigefügten Figur hat, kostet nahezu 3500 Franken.

Je größer die Diamante sind, desto seltener sind sie und desto größer ist im Verhältniß auch ihr Werth. Man kennt nur einige wenige, deren Gewicht zwanzig Gramme übersteigt. Die größten Diamanten, die man kennt, sind:

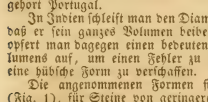
der von Agra im Gewicht von ungefähr . . .	133 Grammen.
der des Radjah von Metan auf Borneo . . .	78 „
der des Großmogols	63 „
der des Kaisers von Rußland	41 „
der des Kaisers von Oesterreich	29,53 „
der des Königs von Frankreich (Regent genannt)	28,88 „

Die fünf ersteren haben keine schöne Form; der letztere ist in jeder Beziehung vollkommen zu nennen; er wog, ehe man ihn schnitt, 87 Gramme und hat zwei Jahre Arbeit gekostet; er wurde um 2,250,000 Franken gekauft, ist aber mehr als auf das Doppelte geschätzt worden.

Diese schönen Diamante kommen von Indien und Borneo. Der größte, den man in Brasilien fand und der seine natürliche Form als Octaeder beibehalten hat, wiegt nach dem höchsten Anschlag 25,52 Gr.; er gehört Portugal.

In Indien schleift man den Diamant auf die Weise, daß er sein ganzes Volumen beibehält. In Europa opfert man dagegen einen bedeutenden Theil des Volumens auf, um einen Fehler zu entfernen und sich eine hübsche Form zu verschaffen.

Die angenommenen Formen sind die Rosette (Fig. 1), für Steine von geringerer Dicke, die man



nicht allzu sehr vermindern kann, und der Brillant (Fig. 2 und 3), für die andern, die man à jour faßt.

Es ist bekannt, wie geschätzt der Diamant in der Bijouterie, sowohl seiner Seltenheit als seines Glanzes und Farbenspieles wegen, besonders an Wachskerzen, ist. Diese letztere Eigenschaft abmt man durch Glasflüsse nach, die Bleioxyd enthalten und die man mit dem Namen Straß bezeichnet; darunter gibt es solche, die so ausgezeichnet, so vollkommen sind, daß selbst das geübteste Auge sich betrügen kann, wenn ihm der Zühlsinn nicht zu Hülfe kommt. In der Regel sucht man die durchsichtigen Diamante; die geringste Färbung benimmt ihnen an ihrem Werthe, und nur bei sehr schönen lebhaften Farben, namentlich bei rosenrother, blauer und grüner, behält der Diamant seinen gewöhnlichen Werth, oder gewinnt er wegen der Seltenheit sogar noch einen etwas höhern.

Graphit.

§. 202. Blei- oder auch eisengrau, metallglänzend, läßt sich zart anfühlen und färbt sich an den Fingern ab; wird, wenn er rein ist, durch alle Körper geritzt, schmilzt mit Salpeter, verbrennt sehr schwer vor dem Löthrohr in der Oxydationsflamme, gibt bei der Destillation keinen flüchtigen Stoff und zeigt in seiner Zusammensetzung keine Spur von Wasserstoff; specifisches Gewicht = 2,45.

Der Graphit findet sich entweder in den krystallinischen Gesteinen oder in den benachbarten Flötzgebilden. Er ist manchmal in den ersteren als kleine Nester oder Blättchen eingesprengt, bildet aber auch bei den einen und andern Lager und Gänge. Er ist nicht selten mit Thonschiefern gemengt, denen er eine schwarze Farbe, einen Metallglanz und die abfärbende Eigenschaft verleiht.

Er kommt an sehr vielen Oertern vor; doch die schönste bekannte Ablagerung, sowohl hinsichtlich der Ausdehnung derselben, als hinsichtlich der Reinheit, Gleichartigkeit und Dichtigkeit des Stoffes, ist die von Borrodale in Cumberland. Hierauf folgen die Lager von Passau in Baiern, wo die Substanz gleichfalls oft sehr rein, aber die Textur weit und grob ist.

Der Graphit wird namentlich zur Fabrikation der Bleistifte angewandt. Die schönen Varietäten von England sind wegen ihrer Dichtigkeit und der gegenseitigen Adhäsion der Theilchen bis jetzt die einzigen, die sich zu feinen Bleistiften eignen; diese Varietäten braucht man blos mit einer feinen Säge in kleine Stäbchen zu zerschneiden, die man hierauf in Holz faßt. Diese einfachen Bleistifte sind selten und immer sehr theuer. Alle andern werden aus Graphit verfertigt, den man in Pulver verwandelt und mit solchen Substanzen mengt, die ihn zusammenhängend machen; man macht auf diese Weise immer noch gute Bleistifte, wofern man nur sehr reinen Graphit hiezu benützt. Die gewöhnlichsten Bleistifte enthalten fremdartige Substanzen und oft Schwefelantimon. Nach den englischen, aus dem Graphit unmittelbar verfertigten Bleistiften sind die von Passau die besten, wovon einige auf die nämliche Weise gemacht werden, aber oft des gewünschten Grades von Zähigkeit ermangeln.

Der Graphit findet auch seine Anwendung bei den hölzernen Maschinen, um deren Reibung zu verhindern; man überzieht damit das Eisen, um es vor dem Rosten zu verwahren, und verfertigt daraus Schmeztiegel, die sogenannten Bleierztiegel (Passauer Schmelztiegel), die sehr feuerbeständig sind.

Anthrazit. — Glanzkohle.

§. 203. Schwarz, gewöhnlich metallglänzend, trocken zum Anfühlen, verbrennt nur schwer vor dem Löthrohr ohne Flamme und Asche, und bedeckt sich mit einem dünnen Ueberzug von weißer Asche; specifisches Gewicht = 1,4.

Bei der Destillation liefert er beinahe gar nichts, und die Fragmente erleiden keine Veränderung. Durch Calciniren in der freien Luft wird er bröcklich, ohne jedoch seine Form zu verändern, und verliert 5 bis 10 Procent flüchtigen Stoff. In seiner Zusammensetzung finden sich nur 2 bis 3 Procent Sauerstoff und eben so viel Wasserstoff. Seine Asche reducirt sich manchmal beinahe auf Null und beträgt nie mehr als 5 bis 6 Procent.

Der bald dichte, bald blätterige und manchmal körnige Anthrazit zeigt sich als Massen und als Schichten im Flötzgebirge, hauptsächlich aber in solchen Theilen des Flötzgebirges, die an die krystallinischen Gesteine gränzen, oder von ihnen eingeschlossen sind, besonders in sehr alten Formationen. Specieller gehört er dem Devonischen System an (§. 137, Anmerkung), obgleich man ihn auch in den Alpen in weit neueren Ablagerungen antrifft. Die Ablagerungen sind aus wechsellagernden Schichten sandiger oder schiefriger Stoffe und aus Brennstoffschichten zusammengesetzt. Die Schiefer schließen gewöhnlich nicht sehr charakteristische vegetabilische Ueberreste ein, die zu der Familie der Farnkräuter und zu der der Equisiteen gehören. Die beträchtlichsten Lager, die Frankreich besitzt, sind die an den Ufern der Loire zwischen Angers und Nantes, die sich in Alle-et-Blaine fortsetzen und die man auch im Departement der Mayenne und im Departement der Sarthe findet. Auch trifft man den Anthrazit auf dem Tarrarergebirge an, welche in dieser Lage eine bedeutende Hülfsquelle werden könnte.

Dieser Stoff kann als Brennmaterial benützt werden, und erzeugt als solches eine sehr intensive Hitze; doch ist er oft schwer zu entzünden und erfordert zu seiner Verbrennung ein großes Quantum von Luft. Man hat ihn mit Vortheil in den Schmelzöfen angewendet und ist überhaupt vortheilhaft für

alle Operationen, die eine hohe Temperatur erfordern; aber er kann oft nur bei den Arbeiten im Großen benutzt werden; denn er brennt nur in großer Masse und unmöglich kann man ihn in kleiner Quantität anzünden; selbst wenn man auch das glühende Stück aus der Esse nimmt, erlöscht es augenblicklich.

Einer der größten Uebelstände des Anthrazites ist dies, daß er im Feuer oft zerspringt und in kleine Stücke zerbröckelt, die, indem sie sich dicht auf einander schichten, den Durchgang der Luft allzusehr erschweren. Es ist dann nicht mehr möglich, daß er fortbrenne, und man ist genöthigt, den Ofen zu leeren.

Schwarzkohle. — Steinkohle.

§. 204. **Charaktere.** — Eine mehr oder weniger glänzende schwarze Substanz, die vor dem Löthrohr sich leicht entzündet und mit einer Flamme, mit einem schwarzen Rauch und bituminösem Geruche brennt. Destillirt, liefert sie bituminöse Stoffe, Wasser, Gase, häufig Ammoniak, und als Rückstand eine poröse, in der Regel glänzende Kohle, bei welcher die Bruchstücke zusammengebacken sind, und welche mehr oder weniger vollkommen die Form des Gefäßes angenommen haben.

In der freien Luft einige Minuten lang erhitzt, entwickeln sich aus ihr 20 bis 40 Procente flüchtige Stoffe.

Diese verbrennlichen Stoffe sind aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff in ziemlich veränderlichen Proportionen, und aus einer kleinen Menge Stickstoff zusammengesetzt. Die mit Erde gemengten reinen Varietäten geben nur 2 bis 4 Procent Asche.

Die Steinkohlen haben je nach den relativen Mengen von Sauerstoff und Wasserstoff, die sie enthalten, sehr verschiedene Eigenschaften; dadurch werden die verschiedenen Varietäten, welche die Industrie schon seit langer Zeit unterschied, sehr charakteristisch. Man unterscheidet nämlich:

Die **starke** oder **Hochöfenkohle**, die beinahe 5 Procent Wasserstoff und etwas weniger Sauerstoff enthält, 20 bis 25 Procent flüchtiger Stoffe durch eine einige Minuten lang dauernde Calcination in freier Luft verliert* und eine harte, metallglänzende, mehr poröse als blasige Kohle gibt. Sie ist ein vortreffliches Brennmaterial für Arbeiten, die ein starkes und ununterbrochenes Feuer erfordern.

Die **Schmiedekohle**, deren Bruchstücke während der Verbrennung fest zusammenbacken und zusammenschmelzen, enthält noch beinahe 5 Procent Wasserstoff, aber dagegen etwas mehr Sauerstoff. Durch das Calciniren verliert sie 28 bis 30 Procente und hinterläßt als Rückstand eine sehr blasige Kohle.

Die **Herdkohle mit langer Flamme**, deren Wasserstoffgehalt etwas stärker ist, enthält 7 bis 9 Procent Sauerstoff, durch die Erhitzung verliert sie wenigstens 30 Procent und hinterläßt als Rückstand eine poröse Kohle, wo die Bruchstücke, obgleich zusammengebacken, sich doch noch unterscheiden lassen. Sie eignet sich zum Hausgebrauch, zur Darstellung des Leuchtgases und zum Rösten in den Hochöfen, die eine starke Flamme erfordern.

Die **Trockenkohle mit langer Flamme**, bei welcher der Sauerstoffgehalt bis auf 16 und 18 Procent steigt und der Kohlenstoff in diesem Verhältniß abnimmt. Sie verliert bei ihrer Calcination wenigstens 40 Procente flüchtige Stoffe und hinterläßt eine poröse Kohle, wo die Bruchstücke fast unverbunden bleiben. Diese Schwarzkohlen geben weniger Hitze und sind für die Dampfkessel gut.

* Regnault (**Annales des Mines**, 1837), dem wir thatsächlich der Zusammensetzung dieser Kohle die Notizen entnehmen, calcinirt die zuvor in kleine Stücken verwandelte Substanz 7 bis 8 Minuten lang in einem Platintiegel. Es ist dies ein vortrefflicher praktischer Versuch, um die Qualität der Schwarzkohle zu erfahren.

Wenn wir auch die relativen Mengen von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff in ziemlich vielen Steinkohlenarten kennen, so wissen wir doch noch nicht, auf welche Weise diese Elemente zur Bildung der unmittelbaren Verbindungen vereinigt sind. Es ist wahrscheinlich, daß diese Steinkohlen Mischungen verschiedener nach Art der organischen Substanzen gebildete Zusammensetzungen sind, von denen die einen einfache Verbindungen des Kohlenstoffes mit Wasserstoff sind, die verschiedenartig sein können, und die andern vielleicht die gleichen Carbüre mit Sauerstoff verbunden sind. Wenn man diese verschiedenen Stoffe wird trennen können, so wird man gewiß auch die verschiedenen Brennstoffe erkennen.

Vorkommen. — Die Schwarzkohle gehört dem Flötzgebirge an, namentlich demjenigen Theile desselben, den man **Kohlenformation** nennt (§. 137, Anmerkung), welche aus abwechselnden Schichten von Sandstein, Kohlenschiefer und Kalkstein zusammengesetzt ist. Die Kohle selbst bildet in den Sandsteinschichten mehr oder weniger mächtige Flötze, von denen gewöhnlich mehrere übereinander gelagert sind: es gibt Lokalitäten, wo man mehr als 60 solche über einander liegende Schichten zählt. Oft sind die sie trennenden Sandsteine selbst mit Kohlensubstanzen erfüllt, was besonders in der Nähe der Kohlenschichten der Fall ist; sie gehen in feine Schiefer über, die man **Kohlenschiefer** oder **bituminöse Schiefer** (Schieferthon) nennt, von denen einige Varietäten gleichfalls als Brennmaterialien benützt werden und eine große Menge Asche erzeugen. Die Mächtigkeit der Kohlenschichten ist sehr verschieden; sie geht von einigen Centimetern bis zu 1 oder 2 Meter und manchmal bis zu 6 oder 7 Meter; doch sind diese mächtigen Schichten, gewöhnlich nur Vereinigungen von dünnen Schichten, getrennt durch kaum sichtbare Lagen aus fremdartigen Stoffen, die immer sehr kohlenhaltig sind.

Es kommen jedoch auch eigentliche Schwarzkohlen in den obern Ablagerungen, sogar bis zum Ende der Juraformation vor; alsdann aber sind es überall Trockenkohlen, welche, mit Ausnahme vieler, ebenso beträchtliche Ablagerungen als in der Kohlenformation bilden.

Die organischen Ueberreste finden sich zahlreich und im Allgemeinen sehr charakterisirt in den Schwarzkohlenablagerungen, besonders in den schieferigen Stoffen. Diese Ueberreste bestehen bald aus Blätterabdrücken, bald aus Stämmen verschiedener Pflanzenarten, die in der Regel zerdrückt sind. Die meisten dieser Ueberreste gehören zu der Familie der Farnkräuter und zu hochwüchsigen Pflanzenarten, wie man sie unter dem Aequator findet; es gibt übrigens darunter auch viele aus der Familie der Equisetaceen, selbst der Lycopoden, die alle von hohem Wuchse sind. Außer diesen finden sich in den obern Ablagerungen der Kohlenformation, wo die Farnkrautarten im Allgemeinen verschieden sind, auch noch Ueberreste von Cycadeen und Coniferen.

Die Steinkohlenschichten, wenigstens die der Kohlenformation, sind nicht in ihrer ganzen Ausdehnung eben; häufig haben sie die Form eines Schiffes, d. h. sie erheben sich von dem niedersten Punkt an auf allen Seiten mehr oder weniger schnell, je nach den Abhängen der umgebenden Berge. Oft sind sie gebogen, wo sie dann eine zickzackförmige Bildung zeigen. In vielen Fällen finden sich selbst die regelmäßigsten Schichten plötzlich umgestürzt; sowohl verbrennliche, als erdige Massen sind zerbrochen und die Fragmente sind alsdann so untereinander gemengt, daß die Ausbeutung unmöglich wird.

Die Steinkohlenlager dieser großen Formation finden sich ohne Unterschied auf allen Höhen; man führt sie selbst in einer Höhe von 4600 Meter an,

während andere dem Niveau des Meeres gleich oder sogar noch darunter liegen, wie z. B. zu Withaven in England, wo das Bergwerk mehr als um eine Viertelmeile weit unter dem Meere fortsetzt, und mehr als 100 Meter tief unter dem Meeresgrunde liegt. Sie zeigen sich oft in besondern kleinen, voneinander abgesonderten Becken, die auf einem Streifen von einer gewissen Ausrehnung in beträchtlicher Anzahl vereinigt liegen: man sieht dies z. B. im Innern und im Süden von Frankreich. Wo anders scheinen die verschiedenen Schichten in einer direkteren Verbindung aufeinander zu stehen, und zu einem und demselben mit verschiedene Weise zerstückelten und verschobenen Ganzen gehört zu haben. In diesem Falle befinden sich die Steinkohlen des nördlichen Frankreichs, von Belgien und England, die zu einer und derselben Ablagerung zu gehören scheinen, welche einen ungeheuren Flächenraum bedeckt haben konnte.

In den oberen Theilen des Flötzgebirges bieten die Schichten der Trockenkohle keine solche grosse Unregelmäßigkeit dar, und finden sich weder in isolirten Becken, noch als ungeheure Ablagerungen. Sie bilden Schichten oder vielmehr mehr oder weniger ausgedehnte, regelmäßige Anhäufungen, zwischen zwei auf einander folgenden Schichten.

Hauptfundorte. — Die Schwarzkohle kommt in großem Reichthume an sehr vielen Orten vor; und wahrscheinlich wird man sie in allen Gegenden, deren Boden den untern Ablagerungen des Flötzgebirges gehört, in dem Maße finden, als die Industrie sich entwickeln wird. Nur solche Gegenden, deren Boden entweder dem krystallinischen Gebirge oder den neuern Flötzablagerungen angehört, sind für immer derselben beraubt; in dieser Beziehung ist nun ein großer Theil des nördlichen Europa's, Schweden, Norwegen, Rußland u. s. w. in einer sehr unvortheilhaften Lage; nicht weniger ist dies mit Italien der Fall.

Der mittlere Theil von Deutschland zeigt eine ziemlich große Menge Steinkohlenablagerungen, deren Ausbeutung lebhaft betrieben wird. England besitzt darin einen ungeheuren Reichthum, und in Frankreich sind die Ablagerungen nicht unbeträchtlich. Die Ablagerungen des Departement du Nord verbinden sich mit denen von Belgien und zeigen sich vom Pas-de-Calais bis Aachen; hierauf folgen die Steinkohlen der Herzogthümer Luxemburg und Zweibrücken, die sich vielleicht in der Mosel fortsetzen, und die des Oberrheines, die aber von keiner Bedeutung sind.

Eine ungeheure Menge von Steinkohlen findet sich um die Granitgruppe herum, die sich im Centrum von Frankreich erhebt: im Departement Saone-et-Loire, wo man die Steinkohle zu Creusot ausbeutet; im Departement der Nièvre, wo sich die Bergwerke von Decize befinden; im Departement des Aller, längs des Oueuneithales, wo die Gruben von Royant, Fins u. s. w. und der Puy-de-Dome sind. Die Ablagerungen setzen sich durch Roanne, Montbrison, Saint-Etienne, Rive-de-Gier im Departement der Loire und der Rhone, hierauf im Ardeche-, Gard-, Herault- und Aube-Departement bis an den Fuß der Pyrenäen fort. Von da an findet man die Steinkohle, manchmal in ungeheurer Menge, im Departement des Tarn, Aveyron, Lot, der Dordogne und endlich im Cantal.

Auch begegnet man ihnen in den Departements der Vendée, Finisterre und de la Manche. Einige Lager finden sich im südlichen Theil von Frankreich, im Departement des Var.

Anwendung. — Die Steinkohle ist eines der werthvollsten Mineralien, und die Industrie schreibt ihr den größten Theil ihrer Fortschritte in letzterer Zeit zu; denn man verdankt diesem Brennmaterial die ausgedehntere Benützung der Dampfmaschinen, welche Wasserkräfte ersetzen, deren so viele Gegenden beraubt sind. Die Gießereien und Hüttenwerke jeder Art verzehren eine ungeheure Menge dieses Materials um den Ort ihrer Ausbeutung herum und an allen denjenigen Orten, wohin sie noch wohlfeil gelangen kann. Unglücklicherweise haben wir in Beziehung auf die Transportmittel, die für verschiedene Lokalitäten allzu kostspielig sind, noch viel zu wünschen übrig.

Man vervielfältigt noch die Anwendung der Steinkohle, indem man sie verkohlt, d. h., sie durch eine mehr oder weniger vollkommene Destillation ihres Bitumengehaltes beraubt, wodurch die poröse, glänzende und harte Kohle — die sogenannte Koke, entsteht, welche bei ihrer Verbrennung eine große Hitze erzeugt und für eine Menge Operationen sehr wichtig ist. Der ausgezogene bituminöse Stoff findet eine mannigfaltige Anwendung und ist namentlich in der Marine von großem Nutzen.

Auch erhält man durch die Destillation der Steinkohle das Leuchtgas, welches sich daraus schon ganz gebildet entwickelt, das aber noch einer Reinigung unterworfen werden muß, ehe es benützt werden kann. Zu diesem Zwecke läßt man es durch Kalkwasser oder durch Stoffe strömen, die von diesem Wasser getränkt sind.

§. 205. **Entzündung der Steinkohlenlager.** — Die Steinkohlenlager sind im Innern der Erde einer Selbstentzündung unterworfen. Die Folge davon ist gewöhnlich eine langsame Verbrennung, weil die Luft nur schwer in diese Massen dringen kann; zuweilen jedoch bilden sich auch im Boden Spalten und tritt die Luft in dieselben ungehindert ein; es geht daraus eine sehr lebhafte Verbrennung hervor, der oft nur mit vieler Mühe entweder dadurch Einhalt gethan werden kann, daß man die Oeffnungen verstopft oder daß man in dieselben ganze Bäche leitet. Die durch solche Verbrennungen freigewordene Hitze verkalkt alle umgebende Stoffe, verwandelt die schiefrigen Theile in Trippel oder auch in halbverglaste Stoffe, die man Porzellanite nennt, zuweilen sogar in verschlackte Stoffe. Häufig bilden sich dabei auch alaunhaltige Stoffe und in einigen Punkten entwickelt sich aus den Rissen des Bodens Ammoniakgas, und zwar in einer Menge, die wohl des Sammelns verlohnt.

Auch die Braunkohlen, mit denen wir uns nun beschäftigen werden, sind einer ähnlichen Selbstentzündung unterworfen und erzeugen auch die nämlichen Wirkungen.

Braunkohle. — Lignit, magere Kohle, bituminöses Holz.

§. 206. **Charaktere.** — Eine schwarze oder braune Substanz, die im Allgemeinen weniger glänzt, als die Schwarzkohle, sich leicht entzündet und mit einer Flamme, schwarzem Rauche und einem bituminösen Geruche verbrennt.

Gibt bei der Destillation bituminöse Stoffe und Wasser, welches ziemlich häufig Essigsäuren enthält; hinterläßt eine glänzende und dichte Kohle, welche deutlich die Form der angewandten Bruchstücke behält.

Bei der Calcination in freier Luft entwickeln sich 50 bis 70 Procente flüchtiger Stoffe, und es bleibt eine der Holzkohle ähnliche Kohle zurück, die die Form der Bruchstücke beibehält und allein fortbrennt, bis sie zu Asche geworden ist.

Der Wasserstoffgehalt dieser Brennstoffe beträgt noch 5 bis 6 Procent, dagegen die Sauerstoffmenge 18 bis 27 Procent. Die Braunkohlen haben mit den Trockenkohlen mit langer Flamme die meiste Aehnlichkeit; aber da der Kohlenstoffgehalt weniger beträgt, so ist auch die erzeugte Hitze geringer. Auch gibt es Varietäten, wo der Wasserstoff bedeutend zugenommen hat; in diesem Verhältnisse nimmt dann auch die Menge des Sauerstoffs ab, und die Braunkohle nähert

sich den Bitumen. In diesem Falle schmilzt sie leicht und hinterläßt bloß eine blasige und sehr leichte Kohle, welche keine Hitze erzeugt.

Die Braunkohle zeigt sich zuweilen unter der Form von Baumästen, welche im Innern das Holzgewebe der Dicotyledonen darbieten; aber die großen Massen sind dicht oder schiefrig, ohne das Aussehen eines organischen Gewebes zu haben: alsdann hat auch die Substanz eine gewisse äußere Aehnlichkeit mit der Schwarzkohle, von der sie sich übrigens durch ihren geringern Glanz unterscheidet.

Vorkommen. — Die Vegetabilienüberreste, welche die Braunkohlenablagerungen begleiten, sind ganz verschieden von denen der Schwarzkohle; es sind hier die Monocotyledonen vollständig verschwunden und nur Ueberreste von Dicotyledonen begegnet man; die Blätterabdrücke, die häufig darin vorkommen, sehen alle wie die unserer gegenwärtigen Bäume aus. In den umgebenden erdigen Stoffen findet man Muschelüberreste, welche denen ähnlich sind, welche in unsern Süßwassern leben.

Diese Brennstoffe fangen an sich zu zeigen in den erdigen und sandigen Schichten, welche der Kreide vorausgehen (§. 137, Anmerkung). Aber erst weiter oben treten sie in großem Reichthume auf und bilden in verschiedenen Stufen der Schichtenreihe und in allen Gegenden der Erde beträchtliche Lager. So findet sich z. B. eine große Menge in Frankreich, die an verschiedenen Orten abgebaut werden. Einige Spuren davon zeigen sich in der Umgebung von Paris; ausgedehntere Lager aber kommen in verschiedenen Punkten im Departement der Aisne, zu Boreppe im Departement der Isère, zu Saint-Paulet im Departement der Ardèche, zu Piolen, Vaucluse, Gardanne und Roquevaire an den Rhonemündungen, zu Sisteron und Forcalquire in den Niederalpen u. s. w.

Anwendung. — Dieses Brennmaterial ist in allen Punkten, wo es sich vorfindet, noch immer sehr geschätzt. Es gibt mehr Hitze als das Holz und kann mit Vortheil zum Erdtzen und Verdampfen der Flüssigkeiten, zum Kalkbrennen und zum Brennen gemeiner Töpferwaaren benützt werden. Die Varietäten, die keinen üblen Geruch verbreiten, sind sehr angenehm zum Heizen der Zimmer. Man behauptet, daß man sich ihrer in den Gießereien selbst als Ersatzmittel des Holzes bedienen könne, was übrigens eine sehr zweifelhafte Versicherung zu sein scheint.

Die schwefelkieshaltigen Varietäten, wie z. B. die vom Departement der Aisne, werden mit Erfolg zur Darstellung des Alauns und Eisenvitriols angewandt; die Rückstände dieser Fabrikationen, oder selbst die Lignite, werden in der Agriculture als rothe und schwarze Asche benützt und haben auf den unfruchtbaren Bodenstrecken der Champagne und der Thierache schöne Erfolge erzielt.

Die Pechkohle (Gagat), aus der man lange Zeit hindurch Trauerschmuck und verschiedene Modeartikel verfertigte, ist nur eine dichte, feste Braunkohle. Diese Gegenstände fabrizirte man besonders zu Saint-Colombe-sur-l'Hers im Departement der Aude, wo sie 1000 bis 1200 Arbeiter beschäftigte. Heutzutage ist dieser Industriezweig ganz verloren gegangen.

Bitumen. — Asphalt, Bergtheer, Erdpech, Federharz.

§. 207. **Charaktere.** — Bitumen nennt man feste oder zähe, gewöhnlich schwarze oder braune Stoffe, die ziemlich leicht, bald bei der Temperatur des kochenden Wassers oder selbst darunter, bald bei einer höhern Temperatur schmelzen.

Gewisse Bitumen sind im Weingeist unlöslich; während andere theils löslich, theils unlöslich sind. Die meisten lösen sich im Aether und Terpentinessenz; sie hinterlassen alsdann oft einen Rückstand aus kohligen Stoffen oder einer andern unlöslichen, bituminösen Substanz, deren Schmelzpunkt verschieden ist.

Der Destillation unterworfen, geben sie mehr oder weniger kleberige, zähe Stoffe, zuweilen auch ziemlich flüssige Oele, welche Verbindungen des Kohlenstoffes mit dem Wasserstoff sind, die man durch wiederholte Destillation reinigen und umändern kann. Als Rückstand findet man entweder eine Art glänzender, sehr blasiger Kohle oder eine beständige, bituminöse Substanz, die oxydirt ist.

Die Bitumen sind so, wie sie in der Natur vorkommen, wahrscheinlich Mischungen in allen Proportionen von verschiedenen Verbindungen des Kohlenstoffs mit Wasserstoffs mit Zusammensetzungen von Kohlenstoff, Wasserstoffs und Sauerstoff, ähnlich den erwähnten, kohlenartigen Brennstoffen. Wenn diese letzteren vorherrschen, so nähert sich die Substanz den Trockenkohlen und Braunkohlen; je mehr sie an Menge abnehmen, je kleb riger oder flüssiger wird das Bitumen und je mehr nähert es sich den Verbindungen des Kohlenstoffs mit Wasserstoff, die man in den chemischen Laboratorien bereitet oder auszieht.

Vorkommen. — Die Bitumen fangen schon in den silurischen Flözablagerungen sich zu zeigen an, und kommen dann in allen späteren Flözgebilden, wo sie in immer größerem Reichthume auftreten, und in denjenigen Ablagerungen vor, welche die Kreide bedecken, wo sie sich in sehr großer Menge vorfinden. In den ältern Theilen zeigen sie sich namentlich als kleine Nester oder als kleine Warzen, in den Erzgängen, welche den Boden durchziehen; weiter oben zeigen sie sich in mehr oder weniger beträchtlichen Mengen sowohl in den schiefrigen Stoffen der Kohlenformation, als in verschiedenen ähnlichen Ablagerungen, die darüber liegen. In der Juraformation und in den ersten Ablagerungen der Kreideformation finden sie sich mit Kalk in mehr oder minder mächtigen Schichten gemengt. In den auf die Kreide folgenden Ablagerungen sind sandige Stoffe davon geschwängert. Oft treten aus dem Innern der Erde Gewässer, an deren Oberfläche das Bitum sich ansammelt; der Asphaltsee ist schon seit Jahrhunderten wegen der Menge von Bitumen, die man auf seiner Oberfläche sammelt, bekannt, und ebenso auch die durch die Alten schon beschriebenen bitumenhaltigen Sümpfe der Insel Zante.

Frankreich besitzt ziemlich viele Bitumenablagerungen; es finden sich solche in den Basalttuffen der Auvergne, im tertiären Sand zu Gabian bei Pezenas, zu Lobsann und Bechelbronn am Niederrhein, in den untern Kreidegebilden zu Orthez und Caupenne bei Dax, zu Seyssel, da, wo sich die Rhone in der Isère verliert, u. s. w. Eine große Menge dieses Stoffes findet man auch in der Schweiz, in verschiedenen Theilen von Deutschland, Polen, Rußland ꝛc., und überhaupt in allen Theilen der Welt.

Anwendung. — Die verschiedenen Bitumenarten werden verschiedenartig benützt. Solche Bitumen, die in der Natur als mehr oder weniger klebrige Oele vorkommen, wie z. B. die von Bechelbronn und sehr vielen Orten Deutschlands, werden unmittelbar als Wagenschmiere, ferner zum Einschmieren der Schiffsseile und überhaupt des ganzen Takelwerks der Schiffe, wie das künstlich dargestellte vegetabilische Theer, benützt. Auch mengt man die Bitumen mit Kalksteinstaub, mit Sand und Kies zum Belegen der Trottoirs, Terassen, zu Wasserleitungen, Behältern u. s. w.; ferner läßt man Leinwand von ihnen durchdringen, um leichte Decken daraus zu machen; man mischt sie mit gewissen Firnissen, womit man das Eisen überzieht, um es vor Rost zu bewahren; auch wendet man sie zu den gröbern Malerfarben an, die dadurch sehr haltbar werden, u. s. w.

Die alten Aegyptier haben sich nicht wenig des Bitumens vom Asphaltsee zum Einbalsamiren ihrer Todten bedient und haben auf diese Weise daraus die Mumien gebildet — ein Ausdruck, der an das Mouin der Perser erinnert, welches ein sehr wohlriechendes und berühmtes Naphtha ist (§. 211). Durch das Wort Mumie oder Moum ist dem Bitumen der Name Mumienbalsam zugekommen.

§. 208. **Harzige Stoffe.** — Man kann hierauf verschiedene Stoffe folgen lassen, die gleichfalls aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehen, schmelzbar sind, mit einem bald aromatischen, bald stinkenden Geruche brennen, und mehr oder weniger den Harzen ähnlich sind.

Der Bernstein oder gelbe Ambra, Succinit, ist der merkwürdigste und verbreitetste dieser Stoffe. Er ist eine gelbliche, röthliche oder bräunliche, bald durchsichtige, bald undurchsichtige Substanz, welche manchmal Insekten, Pflanzenüberreste u. s. w. einschließen, wie die Harze, welche von unsern Harzbäumen fließen.

Mehrere Varietäten geben bei der Destillation Krystallnadeln, die aus Bernsteinsäure bestehen; dagegen gibt es auch andere, die dieses Produkt nicht liefern. Die einen sind im Weingeist unlöslich, andere lösen sich darin theilweise auf. Sie sind alle mehr oder weniger in Aether oder in Terpentinessenz löslich.

Resinasphalt hat man eine ähnliche Substanz genannt, welche zum Theil in Weingeist löslich ist und als Rückstand eine Art festen Bitumens hinterläßt.

Es gibt noch mehrere andere solcher Stoffe, die man in den Mineraliensammlungen bald mit dem Bernstein zusammenstellte, bald davon unterschied.

Diese Substanzen gehören alle ziemlich neuen Flözablagerungen an; oft finden sie sich mit den Braunkohlen oder in erdigen Stoffen eingeschlossen.

Der Bernstein wird zu Schmuckſachen verwendet. Man hat ihn zu verschiedenen Zeiten zu Perlen mit Facetten geschliffen, aus dem man Halsschnüre machte. Er dient zur Bereitung der Bernsteinsäure und zur Verfertigung sehr feiner Firnisse, denen es einen schönen Glanz und viel Haltbarkeit verleiht. In der Levante ist dieser Stoff noch sehr geschätzt; man verfertigt daraus Rosenkränze für die Muselmänner, Messer- und Dolchhandgriffe, Mundspitzen für Tabakspfeifen u. s. w. Den Bernstein holt man hauptsächlich an den Ufern des baltischen Meeres; er wird durch die Flüſschen und selbst durch das Meer von dem Sandboden, der sich von Memel bis Danzig ausdehnt, fortgeführt, wo man ihn dann an den Küſten sammelt; auch sucht man die Braunkohlenlager auf, die ihn einschließen.

§. 209. **Federharz (Elaterit).** — Wir haben hier noch eines Stoffes zu erwähnen, welchen man Federharz (Elaterit, mineralisches Federharz u. s. w.) nennt, und welcher eine gewisse Aehnlichkeit mit dem sogenannten Gummielasticum oder Caoutchouc hat. Dieser Stoff findet sich in England in den Bleigruben von Derbyshire, wo er mit einem harzigen Stoffe, zuweilen mit Bitumkügelchen vorkommt. Man fand ihn auch in den Kohlenablagerungen von Montrelais (Nieder-Loire) und an verschiedenen andern Orten.

Verschiedene Verbindungen des Kohlenstoffs mit Wasserstoff.

§. 210. **Paraffin.** — Die festen Verbindungen des Kohlenstoffs mit Wasserstoff sind mehr oder weniger dem Wachs, Wallrath und Fett ähnliche Stoffe. Wir sprechen hier von solchen, die man Bergwachs und Bergseife, Scheererit, Hatchetin und Ozokerit nennt. Sie finden sich in der Nähe der Steinkohle oder in der Steinkohle selbst. Man führt solche in der Moldau bei Slanik, wo man sie in ziemlich großer Menge gewonnen hat, um Lichter daraus zu machen, an; ferner zu Gresten bei Gaming in Oesterreich und in England. Alle diese Stoffe haben mit einer gewissen Substanz, dem sogenannten Paraffin, Aehnlichkeit, welches man aus den bei der Destillation der Holzstoffe erhaltenen Theere gewinnt. Es wäre alsdann ein Carbür, gebildet aus 86 Theilen Kohlenstoff und 14 Wasserstoff.

§. 211. **Naphtha** und **Bergöl.** — Wir kennen im Mineralreich nur ein einziges flüssiges Carbür: dies ist das Naphtha, ein sehr flüchtiger Stoff mit einem eigenthümlichen, durchdringenden Geruch, den man durch die Destillation, als eine gelbliche, durchsichtige Flüssigkeit erhalten kann, in welcher man noch die hier oben für das Paraffin angegebene Zusammensetzung erkennen kann.

In der Natur kommt das Naphtha immer durch fremdartige Stoffe verunreinigt vor, welche es mehr oder weniger dunkelbraun färben; es erhält alsdann den Namen Steinöl. Es gehört noch ziemlich den neueren Flözablagerungen an, oder geht es wenigstens durch dieselben hindurch, um zur Erdoberfläche zu gelangen. In Frankreich kennt man es nur im Dorfe Gabian bei Pezenas; in ziemlich großer Menge findet es sich aber im Herzogthum Parma und in Modena auf dem ganzen Abhang der Appenninen; in ungeheurer Menge kommt es an den Ufern des kaspischen Meeres, in Persien und in China vor.

Dieser Stoff wird an den verschiedenen Orten, wo er sich ziemlich reichlich findet, zur Beleuchtung benützt; so wendet man z. B. das Steinöl des Dorfes Amiano zur Beleuchtung der Stadt Parma an; in Persien bedient sich das Volk von Mossul bis Bagdad des Steinöls als einziges Beleuchtungsmaterial. Man betrachtet es in dieser ganzen Gegend als ein wirksames Mittel gegen die rheumatischen Schmerzen. Besonders geschätzt sind einige reine Varietären, die man Mouin nennt, als ein vortrefflicher Balsam für die schwersten Wunden. Auch wird es als wurmabtreibendes Mittel angewandt, und im Süden Frankreichs hat das Steinöl oder Oel von Gabian (Gabianöl) eine große Berühmtheit erlangt.

§. 212. **Grubengas.** — Das detonirende Gas der Steinkohlengruben ist ein Kohlenwasserstoffgas, das aus 75 Kohlenstoff und 25 Wasserstoff besteht; oft ist es aber mit andern Verbindungen der nämlichen Principien gemengt. Es brennt ruhig und mit einer gelblichen Flamme, so lange es nicht mit atmosphärischer Luft gemengt ist; im entgegengesetzten Fall aber detonirt es mit großer Gewalt. Es ist um die Hälfte leichter als die atmosphärische Luft; es hält sich daher im obern Theile der unterirdischen Höhlen. Die Grubenarbeiter heißen es gewöhnlich Grubengas, und, wenn es sich entzündet, schlagendes Wetter.

Dieses Gas ist auf der Erdoberfläche in reichlichem Maße vorhanden. In gewissen Steinkohlengruben, die im Allgemeinen Steinkohlen von den bessern Qualitäten einschließen, entwickelt sich unaufhörlich eine Masse Brennstoff, und es gibt Schichten, in denen das Gas in so großer Menge verbreitet ist, daß man bloß ein Loch hineinzubohren hat, um einen starken, ununterbrochenen Strom hervorzurufen, welchen die Grubenarbeiter an einigen Stellen immer angezündet erhalten, um das Gas von sich zu entfernen. Außerdem entwickelt es sich noch an sehr vielen Orten aus dem Innern der Erde, bald durch die Risse verschiedener festen Schichten, bald durch die Poren sandiger Substanzen, oder endlich durch das Wasser mancher Sümpfe hindurch. Manchmal entwickelt es sich allein, öfters aber ist es mit einem mehr oder weniger dichten Steinöl oder mit Bitumen

gemengt. Anderswo tritt es mit einer großen Menge durch Wasser verweichten und oft mit Seefalz geschwängerten Thones aus; auch solche gibt es, welche eine große Menge erdiger Substanzen ausgeworfen haben oder noch jetzt auswerfen, deren Aufhäufung Kegel gebildet hat, aus deren Spitzen sie jetzt noch ziemlich häufig ausströmen. Diesen Erscheinungen gab man alsdann den Namen Schlammvulkane. Wenn diese Naphtha- und Bitumengasströme sich zufällig entzünden, so fahren sie mehr oder weniger lange Zeit zu brennen fort, bis große Gußregen oder starke Windstöße sie endlich auslöschen. Daraus gehen nun die natürlichen Feuer, die feurigen Fontainen u. s. w. hervor. Die dabei entwickelte Hitze ist stark genug, um den angrenzenden Boden zu calciniren, und es bilden sich an verschiedenen Oertern große ebe Flächenräume, die jeder Vegetation beraubt sind. Unter diesen Feuern gibt es auch solche, die schon seit den ältesten Zeiten brennen; solche sind z. B. die des Mont-Chimère an den Küsten von Kleinasien, denen schon Plinius Erwähnung thut, und die von Neuem im Jahre 1811 von dem Kapitän Beaufort entdeckt wurden. Gewöhnlich entweichen das Gas und die Flamme durch die Spalten aus dem Boden; manchmal tritt es aber auch durch die Oeffnung der Höhlen aus, wie z. B. bei Cumana, wo Herr von Humboldt die Flammen bisweilen bis zu einer Höhe von 30 Meter emporsteigen sah.

Die Kohlenwasserstoffquellen sind auf der Erdoberfläche ziemlich häufig; eine große Anzahl kommt am Fuße der Appenninen, in Parma, Modena, in Boulogne vor. Es finden sich hier die Feuer von Velleja, Pietra-Mala, Barigazzo ꝛc., welche die bekanntesten sind, und eine große Anzahl mehr oder weniger starker Salze. Solche Salze erstiren auch in Sicilien, zwischen Arragona und Girgenti, an einem Orte, den man Maccaluba nennt; es ist aber hauptsächlich um das kaspische Meer, namentlich bei Bakou herum, wo die Erscheinungen im Großen vor sich gehen, und in einem eben so großen Grade sollen sie in Hindostan vorkommen; es ist hinreichend, wenn man an diesen Orten ein Loch von 1 oder 2 Meter Tiefe in den Boden macht, um sich einen Gasstrom zu verschaffen.

Diejenigen Oerter Asiens, wo auf besagte Weise entzündliche oder entzündete Stoffe entweichen, sind bei den Feueranbetern ein Gegenstand großer Verehrung geworden, und sind es jetzt noch bei einer kleinen Anzahl Parser oder Guebern, von denen sich einige deßhalb um Bakou, dem heiligen Orte, herum niedergelassen haben, von wo aus sie Gas in Flaschen ihren Religionsbrüdern in Persien und Hindostan zusenden. Diese natürlichen Feuer benützt man allgemein zum Brennen des Kalkes, der Dachziegel, des Töpfergeschirrs und zum Verdampfen der Flüssigkeiten. In einigen Gegenden werden sie von den Leuten zum Kochen ihrer Speisen angewandt, und oft fördern sie das Gas durch mehr oder weniger tiefe Löcher zu Tage und zünden es hierauf an.

Sicherheitslampe. — Da die Entzündung des mit atmosphärischer Luft gemengten Kohlenwasserstoffgases im Innern der Gruben in hohem Grade für die Grubenarbeiter gefährliche Explosionen bewirkt, so ist es von der größten Wichtigkeit, daß man sich dieses Stoffes entledige, was theilweise durch ein gutes Auslüftungssystem geschieht. Es häuft sich jedoch immer an gewissen Theilen an, die weniger luftig sind, als die andern, und in die man sich nur bei der größten Vorsicht mit den Lichtern wagen kann. Davy, einem berühmten englischen Chemiker, glückte es, nach vielen gelehrten Forschungen eine Lampe zu construiren, mit der man sich vor jedem Unfall sichern kann; diese Lampe nennt man Sicherheitslampe; sie besteht aus einer Oellampe, deren Flamme von allen Seiten mit einem Netz von Messing- oder Eisendraht umgeben ist. Davy zeigte, daß, wenn sich auch ein in eine solche Hülle eingeschlossenes entzündliches Gas entzündet, die Flamme sich nicht nach außen mittheilen könnte; daher kann ein solcher Apparat in Gruben getragen werden, die von diesem Gase so erfüllt sein mögen, als sie wollen, ohne daß man einen Unfall zu befürchten hätte.

Dieser Gelehrte hat in Folge neuer Forschungen diese Lampe bedeutend vervollkommnet, indem er eine Spirale von Platin, 4 bis 5 Centimeter oberhalb des Dochtes anbrachte. Dieses Metall hat, erhitzt, die Eigenschaft, daß es in entzündlichen, in gewissen Proportionen gebildeten Gasgemischen glühend wird, so daß, wenn man mit einer solchen Lampe an eine Stelle kommt, wo das Gas in solcher Menge vorhanden ist, daß es die Lampe auslöscht, der Platinfaden plötzlich leuchtend wird und hinlänglich Licht verbreitet, um den Grubenarbeitern den Rückzug möglich zu machen. Und noch mehr, wenn der Grubenarbeiter an einen solchen Ort gerathen ist, wo sich das Gas und die atmosphärische Luft in geeigneten Proportionen finden, so bewirkt der glühende Platindraht eine Entzündung in der Lampe und zündet das entflammte Gas den Docht wieder an.

Verändertes Holz und Torf.

§. 213. **Verändertes Holz.** — Außer der eigentlichen Braunkohle, woran man Eigenschaften bemerkt, die sich denen der Schwarzkohle nähern, findet man häufig auch Hölzer, welche ihr Holzgewebe vollständig beibehalten haben, sich entzünden und wie das gewöhnliche Holz mit einem in die Augen beißenden Rauch brennt, der zuweilen einen bituminösen oder auch einen stinkenden, selten einen balsamischen Geruch hat.

Dieses veränderte Holz findet sich manchmal in dem nämlichen Orte, wie die Braunkohle, bildet aber meistens besondere Ablagerungen in den neueren Formationen, sowie auch die sogenannten unterseeischen Wälder; bisweilen wurde es in der Schreinerei gleich dem gewöhnlichen Holze benützt, oder auch als Brennmaterial verwendet.

Die kölnische Erde (kölnische Umbra) ist ein anderes im Schoos der Erde vergrabenes umgewandeltes Holz; sie kommt als ein erdiger Stoff vor und verwandelt sich getrocknet leicht in Staub; brennt ohne Flamme, gleich dem verfaulten Holze, und ohne Rauch. Sie ist noch ein wichtiges Brennmaterial in der Gegend von Köln, wo sie beträchtliche Lager mit einer Tiefe von 12 bis 13 Meter und einer Ausdehnung von mehren Stunden bildet, und worin man auch Reste von Monocotyledonen und Dicotyledonen erkennt. Ihr Abbau wird thätig betrieben; man bringt sie in Formen, nachdem man sie zuvor angefeuchtet hatte, um sie so leichter transportiren zu können. In der Gegend von Köln wird sie in großer Menge verbraucht. Ihre Asche ist sehr gesucht für die Agricultur; man führt sie bis nach Holland aus und verbrennt sie ganz besonders zu diesem Zwecke an der Stelle selbst, wo man sie gräbt.

§. 214. **Torf.** — Torf nennt man eine mehr oder weniger dunkelbraune Substanz, die sich durch Aufhäufung und Umbildung verschiedener Pflanzen erzeugt. Der Torf ist in den untern Theilen des Lagers gleichartig und dicht, dagegen in den obern Theilen grob und mit deutlichen Ueberresten trockener Pflanzen erfüllt. Er brennt leicht, mit oder ohne Flamme, wobei er einen eigenthümlichen Geruch von sich gibt. Bei der Destillation liefert er essigsäurehaltiges Wasser, eine klarige Substanz und Gase.

Der Torf wird durch die Ansammlung der Wasserpflanzen, namentlich durch die Torf- und Wassermoose, die sich immer im Wasser befinden; er bildet sich noch jeden Tag in unsern Sümpfen. Manchmal

bedeckt er ungeheure Flächenräume in den niedern Theilen unserer Continente und erfüllt die Tiefgründe der breiten Thäler, deren geringe Senkung das Abfließen der Gewässer verhindert. Nicht selten sind diese Lager noch mit Wasser bedeckt, aber an verschiedenen Orten trocken gelegt; über ihnen bildeten sich Schichten von Sand und Lehmen, welche schöne Wiesenplätze entstehen ließen.

Die größten Torflager von Frankreich sind die im Sommethal, zwischen Amiens und Abbeville. Auch finden sich beträchtliche in der Umgegend von Beauvais, im Lourcathal, in der Umgegend von Dieuze. Im Essonethal bei Paris wird gleichfalls Torf gewonnen. Auf Torf liegen die meisten schönen Wiesen der Normandie. Holland, das kein anderes Brennmaterial besitzt, enthält eine große Menge, so wie auch Westphalen, Hannover, Preußen und Schlesien.

Der Torf ist immer noch ein geschätztes Brennmaterial in allen Gegenden, wo er sich findet, daher wird auch sein Abbau thätig betrieben. Er findet sogar da seine Anwendung, wo das Holz selbst benützt werden könnte. Auch verkohlt man ihn in eigens zu diesem Zwecke construirten Oefen und gewinnt dadurch eine halbdarre Kohle, als die Holzkohle; sie wird oft mit Vortheil überall da angewendet, wo die Holzkohle benützt werden kann.

Kohlensäure.

§. 215. Dies ist ein gasförmiger, farbloser, geruchloser, nicht entzündlicher Körper, der sich im Wasser löst, dem er seinen säuerlichen Geschmack, sodann die Eigenschaft zu schäumen, und die Eigenschaft, durch Kalkwasser einen Niederschlag zu bilden, mittheilt.

Dieses Gas findet sich im freien Zustand am Grunde der Brunnen, in den aufgegebenen Bergwerken, im Innern einiger natürlichen Höhlen, z. B. in den Etouffis in der Gegend von Clermont in der Auvergne, in der Aubenasgrotte im Departement der Ardèche, dem Schwaden von Perault bei Montpellier, der Hundsgrotte bei Neapel, in mehreren Mofetten in Campanien, in den Böden von Bologna im Kirchenstaate, in der Höhle von Typhon in Sicilien ꝛc. Gewöhnlich entwickelt sich dieses Gas aus dem Boden der genannten Höhlen, und es ist weiter nichts nöthig, als daß man den Boden ein wenig aufhackt, um es oft in ungeheurer Menge zu entbinden; dies geschieht z. B. häufig um Clermont in der Auvergne herum, wenn man in den Pozzolanamassen gräbt, welche die vormaligen Vulkane hier aufgehäuft hatten. Es einströmt oft in ungeheurer Menge aus den erloschenen vulkanischen Kratern, wie unter andern aus dem Vulkan Paso in der Gegend von Quito, oder aus den ehmaligen Solfataren, wie auf Java, im sogenannten Fischthale oder Guevo Upas, wo jedes lebende Wesen sogleich von der Asphyxie befallen wird.

Das kohlensaure Gas findet sich häufig in den Gewässern aufgelöst, und zwar in weit größerer Menge, als es unter dem gewöhnlichen atmosphärischen Druck möglich ist. Dadurch entstehen die Mineralwasser (Sauerwasser), die man an sehr vielen Orten antrifft, und worunter das bekannteste das Selterserwasser in Nassau ist. Dieses Sauerwasser ist auch zugleich das stärkste und in Beziehung auf die andern aufgelösten Stoffe das einfachste. Nicht nur gibt es viele kalte Wasser, die mit dieser Säure geschwängert sind, sondern auch viele warme, wie z. B. die von Vichy und des Mont-Dore in der Auvergne, von Vals im Departement der Ardèche, die sogar eine Temperatur von 55° haben; die von Wiesbaden, deren Temperatur bis zu 68° steigt, ꝛc.

Carbonate.

§. 216. **Allgemeine Charaktere.** — Die Carbonate sind leicht daran zu erkennen, daß sie stets mit Salpetersäure sowohl im Kalten als im Warmen aufbrausen.

Mit Ausnahme von 3 Arten sind alle diese Körper Bicarbonate; d. h. die Säure enthält zweimal so viel Sauerstoff als die Basis; die einen sind einfach, die andern auf verschiedene Weise zusammengesetzt; es gibt darunter solche, die kein Wasser enthalten, während andere Hydrate oder wasserhaltig sind.

Die wasserfreie Carbonate, welche alle eine gleiche Zusammensetzungsformel haben, theilen sich in zwei Gruppen, und an jede derselben knüpfen sich Doppelt-Carbonate. Die einen gehören dem rhombodrischen, die andern dem geraden rectangulären prismatischen System an; aber an der Spitze jeder dieser Abtheilungen steht der kohlensaure Kalk, der die beiden Formen darbietet und anzuzeigen scheint, daß hier vom Dimorphismus ein Beispiel im Großen vorkomme.

Die krystallisirten rhomboedrischen Carbonate haben durch alle äußeren Charaktere unter sich die größten Beziehungen, und zwar dermaßen, daß die meisten lange Zeit hindurch in eine einzige Species zusammengeworfen wurden. Die Analogie setzt sich bis zu den Varietäten in der Struktur fort, so daß der kohlensaure Kalk, das kohlensaure Eisen, das kohlensaure Mangan u. s. w., wenn sie nicht beschädigt sind, auf keine Weise mit dem Auge von einander unterschieden werden können. Alle diese Carbonate lassen sich in Rhomboeder spalten, die einander sehr nahe verwandt sind, nämlich:

Diallogit	Ein Rhomboeder von .	103° und 77° ?
Kalkspath	"	105° 5′ und 74° 55′
Dolomit *	"	106° 15′ und 73° 45′
Sideros	"	107° und 73°
Giobertit	"	107° 25′ und 72° 35′
Smithsonit	"	107° 40′ und 72° 20′

Die prismatischen Carbonate zeigen ähnliche Verhältnisse. Keines unter den uns bekannten läßt sich spalten, haben aber in ihrem ganzen Wesen die größte Aehnlichkeit mit einander, sei es nun hinsichtlich der Gruppirungen (§. 48.), oder sei es in Beziehung auf die Krystalle, die alle auf sehr nahverwandte rhombische Prismen bezogen werden können, nämlich:

Arragonit.	Ein rhombisches Prisma von	116° 5′ und 63° 55′
Weißbleierz	"	117° und 63°
Strontianit	"	117° 32′ und 62° 28′
Witherit.	"	118° 57′ und 61° 3′

Unter sämmtlichen Carbonaten sind nur wenige, die uns besonders interessiren könnten; dies sind einerseits solche, die auf der Erdoberfläche in großer Menge vorkommen, anderseits diejenigen, welche entweder als Erze oder sonst als Stoffe, deren Nutzen in gewissen Industriezweigen unberechenbar ist, von Wichtigkeit sind. Alle andere sind zufällige Substanzen in den Erzlagern, von denen man gleichfalls nur ihr Bestehen zu wissen braucht.

Kalkstein. — Kohlensaurer Kalk. Isländischer Spath.

§. 217. **Charaktere.** — Der kohlensaure Kalk ist ein Körper, der durch die Calcination den sogenannten Aetzkalk gibt, ohne dabei aufzuschwellen noch zu knistern; löst sich unter starkem Brausen in Salpetersäure auf; die Auflösung gibt durch oxal-

* Der Winkel des Dolomits ist genau in der Mitte zwischen dem Winkel von 105° 5′ des kohlensauren Kalkes und 107° 25′ der kohlensauren Magnesia; der Dolomit besteht somit aus 1 Atom des einen und 1 Atom des andern. Dieses den Atomzahlen proportionale Mittel zeigt sich in allen krystallinischen Vereinigungen mehrerer Körper, die ich untersuchen konnte.

saures Ammoniak einen Niederschlag; durch die andern Reagentien aber entweder wenig oder gar keinen.

Spec. Gewicht = 2,72. Doppelte Strahlenbrechung. Nicht sehr hart, denn er läßt sich mit einer Stahlspitze sehr leicht ritzen.

Diese Substanz ist in Beziehung auf die Krystallisation eines der merkwürdigsten Mineralien. Sie realisirt für sich allein Alles, was das rhomboedrische System darbieten kann (§. 24 bis 26, 40): Rhomboeder jeder Art, von den stumpfsten bis zu den spitzesten; Scalenoeder von allen Abweichungsarten, spitze oder stumpfe; Dodecaeder mit gleichschenkligen Dreiecken, und Prismen mit regelmäßigen sechsseitigen Grundflächen. Alle diese Formen sind überdies noch auf alle Weise verändert und mit einander in allen nur denkbaren Combinationen vereinigt. Darunter finden sich Gruppen jeder Art aus paarweise vereinigten Krystallen (§. 43.), von Rhomboedern, Dodecaedern und ihren Combinationen.

In großer Menge auf der Erdoberfläche verbreitet, stellt der kohlensaure Kalk zufällige Formen dar, die nicht weniger mannigfaltig sind, als die regelmäßigen Gestalten. Es finden sich hier alle Arten von zusammengewachsenen Krystallen, alle unregelmäßigen Gruppirungen: Stalaktiten und Stalagmiten, erbsenförmige Auswüchse, Nieren, Inkrustationen auf Pflanzen und auf jeder Art von Körpern oder in den Wasserleitungen, Pseudomorphosen von Holz, Muscheln und Madreporen; endlich findet sich Alles in dieser Substanz, die für sich allein gewissermaßen alle Beispiele von Modifikationen des Stoffes, herbeigeführt durch die äußern Umstände, darbietet (§. 50. bis 62).

Auch seine Struktur ist sehr verschiedenartig, denn man findet ihn als blättrige Massen, die sich in mehr oder weniger dicke Platten spalten lassen; als fein und großschuppige, strahlige, faserige, dichte und erdige Massen. Als Ablagerungen im Großen schließen die Varietäten oft auch fremdartige Substanzen ein, die bald mehr oder weniger krystallinisch, bald erdig, in Bündeln eingestreut, oder gleichförmig in der ganzen Masse verbreitet sind und ihr Farben aller Art geben. Die mit Thon gemengten Varietäten nennt man **Mergel**, die man wieder unterscheidet als **Kalkmergel**, wo die Beimengung des Thones wenig beträgt, und **Thonmergel**, wo dagegen die fremdartige Substanz in großer Menge sich vorfindet.

§. 218. **Vorkommen.** — Der kohlensaure Kalk ist auf der Erdoberfläche der verbreitetste Stoff und bildet den größten Theil unserer Continente. Er gehört wesentlich den Flötzformationen an und findet sich in ungeheuren Ablagerungen in sämmtlichen Stufen dieser Formation — von den silurischen Ablagerungen bis zu den neuesten Formationen (§. 137. Anmerkung); bald bildet er mehr oder weniger mächtige Schichten, die mit verschiedenen sandigen und thonigen Ablagerungen wechsellagern, bald bildet er für sich allein ganze Berge, ja selbst ganze Gebirgsketten. Einige dieser großen Ablagerungen unterscheiden sich durch die Art, wie ihre Theilchen aneinander gefügt sind, da die einen eine dichte, die andern eine erdige und mehr oder weniger grobe Struktur darbieten. Sie sind alle mit organischen Ueberresten erfüllt, deren Natur sich von den ältesten bis zu den neueren beträchtlich abändert und welche wichtige Charaktere für ihre gegenseitige Unterscheidung, selbst in den Mineraliensammlungen, liefert (siehe in der Geologie).

In den untern Formationen findet man in der Regel dichte Kalksteine, gewöhnlich von dunkler Farbe, weiter oben werden die Farben heller, meistens ist die Textur lockerer und das Aussehen gröber. In der Juraformation wechseln die dichten Partien mit mehr oder weniger entwickelten oolithischen Ablagerungen ab. In der Kreideformation stellen die gewöhnlich erdigen Stoffe mehrere Abtheilungen dar: die **weiße Kreide**, welche härter ist; der **Kalktuff**, der manchmal hart genug ist, um als Baustein dienen zu können, und die **Chloritkreide**, die merkwürdig durch die Menge kleiner grüner Körner ist, welche sich eingemengt finden. Weiter oben werden die Ablagerungen durchaus grob, mit weiter Textur und öfters im größten Theil ihrer Ausdehnung mit Sand gemengt.

Die organischen Ueberreste, wovon die meisten den Mollusken angehört haben, bieten gewöhnlich Formen dar, die von denen der jetzt lebenden Wesen völlig verschieden sind und erst nach der Kreide nähern sie sich denen unserer Epoche, mit welchen sie in den jüngsten Schichten selbst ganz identisch werden. Die Gattungen oder Arten der organischen Ueberreste, die man in diesen Ablagerungen findet, variiren am öftesten unter einander; d. h. diejenigen, die in einer gewissen Epoche lebten, verschwanden in der nächstfolgenden und machten andern Platz, die selbst auch wieder verschwanden. Die meisten sind Meeresüberreste, oft zu Tausenden zusammengehäuft und für sich allein ungeheure Ablagerungen bildend; aber auch viele Süßwasserüberreste finden sich, die gewöhnlich in einen bald dichten, bald erdigen Kalkteig eingebacken sind. Diese Süßwasserüberreste zeigen sich schon in der Steinkohlenformation, werden aber erst nach der Juraformation zahlreicher und besonders zahlreich nach der Kreide, in dem sogenannten tertiären Gebirge.

Ein sehr beachtenswerther Umstand ist dies, daß wenn die verschiedenen Kalkablagerungen, die wir im Allgemeinen bezeichneten, sich in der Nähe der krystallinischen Gesteine und namentlich mit ihnen gemengt finden, sie Charaktere annehmen, die total verschieden sind von denen, die sie überall anderswo darbieten. Die organischen Ueberreste finden sich alsdann oft ganz zerstört; der dichte und selbst erdige Zustand macht einem verschiedenen, mehr oder weniger krystallinischen, blätterigen und körnigen Zustand Platz, und zwar in derselben Zeit, als die Thone und Sandsteine, welche andern Orts die verschiedenen Schichten trennen, Thonschiefer, Glimmerschiefer, schiefrige Quarze ꝛc. werden. Die matten und bleichen Farben werden durch lebhafte, bald gleichartige, bald bunte Färbungen ersetzt. Neue Stoffe erscheinen in der Masse als Adern, Streifen ꝛc., oder eingesprengt ꝛc., lauter Umstände von einem hohen Interesse für die Geologie, auf die wir übrigens später wieder zurückkommen werden.

Kalktuffe. — Unabhängig von den ununterbrochenen Ablagerungen, welche, von einer Periode zur andern aufeinander folgend, die Flötzablagerungen bildeten, findet sich der Kalk da und dort als mehr oder weniger beträchtliche Ablagerungen, die von Quellen erzeugt worden sind und wovon einige noch in unsern Tagen zunehmen. Diese Ablagerungen sind die **Kalktuffe**, die man an verschiedenen Orten in großer Anzahl findet und die zuweilen unermeßliche Ablagerungen bildeten. Fast immer schließen sie organische Ueberreste, namentlich Vegetabilien, die in der Umgegend leben, und manchmal auch Fluß- und Landmuscheln, ein.

In kalkhaltigen Wassern bilden sich auch die Erdsteine (§. 55), und durch das Durchsickern die Stalaktiten, welche oft die unterirdischen Höhlen oder Grotten der Kalkländer versperren, von denen einige sehr berühmt geworden sind, wie z. B. die Grotte von Antiparo's im griechischen Archipel, die Grotte von Aurelle in der Franche-Comté, die von Poole Hole in Derbyshire ꝛc.

§. 219. **Geographische Lage.** — Alle Gegenden

der Erde bieten mehr oder weniger beträchtliche Ablagerungen der verschiedenen Kalkteinarten dar. Der große Theil des französischen Bodens ist daraus gebildet. Die tertiären Ablagerungen, welche Meeresgrobkalke und Flußkalke in sich begreifen, bedecken die Ile-de-France und Orleanais, sowie Touraine, Guienne und Gascogne bis zum Fuße der Pyrenäen. Dann finden sich auch viele Flußkalke als abgerissene Stücke in der Auvergne, am Cantal, in Languedoc und der Provence.

Die Kreide, welche die große Pariserablagerung umgibt, setzt sich in der Champagne, der Picardie, in Artois fort, bildet sämmtliche jähe Uferabhänge von Calais bis Honfleur und findet sich gleichfalls an den englischen Küsten wieder. Sie setzt sich in den Landschaften Maine und Touraine, einem Theil von Berry und Poitou fort; sie kommt auch in Angoumois, Saintonge und dem südlichen Theil von Perigord vor.

Die andern Kalke, namentlich die der Juraformation, welche die Franche-Comté und Burgund bedecken, bilden den größten Theil des übrigen Frankreichs, wo sie von den krystallinischen Gebilden der Ardennen, Vogesen, Alpen, der Dauphine, der Pyrenäen, der Bretagne begränzt sind; sie umgeben auf allen Seiten die krystallinische Gruppe, welche Limousin, die Auvergne, Lyonnais und einen Theil von Languedoc bildet.

In der Dauphiné und ganz um die Alpen herum, sowie auch in den Pyrenäen finden sich hauptsächlich die durch die Gegenwart der krystallinischen Gesteine mehr oder weniger stark veränderten Ablagerungen.

§. 220. **Anwendung, Baustein.** — Der Kalkstein ist ein Stoff, der seine tägliche Anwendung findet. Zuerst bietet er als Baustein den großen Vortheil dar, daß er sich leicht verarbeiten läßt und dennoch die feinsten, zartesten Kanten, Leisten und Ornamenten behält. Indessen ist hiebei eine sorgfältige Auswahl zu treffen; die Kreide ist in der Regel zu zart und weich; die blätterigen, einfachen oder glimmerartigen Varietäten halten nur einen geringen Druck aus; viele dichte Kalke sind nach einem angenommenen Ausdruck trocken und überdies häufig mit Rissen erfüllt, welche ihnen an ihrer Festigkeit viel benehmen. Die besten Varietäten sind die dichten, mit ungleichem, flachem oder unregelmäßigem Bruche; ferner die matten und oft die etwas erdigen. In dieser Beziehung ausgezeichnete Kalksteine findet man in denjenigen Formationen, die denen von Paris entsprechen, und in der Juraformation; es sind dies diejenigen Formationen, die das Material für die meisten Monumente der civilisirten Welt lieferten. Oft wendet man auch die Kalktufe an; in dieser Beziehung kann man besonders die des Kirchenstaates anführen, welche unter dem Namen Travertino bekannt sind, in einem großen Theil von Italien angewandt werden, und aus welchen sämmtliche antike Monumente, sowie die meisten neueren, gebildet sind.

Steine, die in der Kälte bersten oder wetterklüftig sind. — Es ist wichtig, daß man in der Auswahl der Bausteine sorgfältig zu Werke geht. Es gibt darunter solche, die der Veränderlichkeit der Luft nicht ausgesetzt bleiben dürfen, ohne mehr oder weniger schnell zu verwittern, und daher in Stücke und Staub zu zerfallen; dies sind namentlich diejenigen Varietäten, die allmählig Wasser einsaugen, welches durch die Kälte fest wird ehe es verdunsten kann und in Folge dieses Gefrierens an Volumen zunimmt und ein Zerbersten des Steines an der Oberfläche bewirkt. Man nennt diese Varietäten **wetterklüftige Steine** (pierres gelives), die man daher beim Bauen sorgfältig vermeiden muß.

Um zum Voraus zu erfahren, ob ein Stein diese Eigenschaft hat oder nicht, hat man den Vorschlag gemacht, ein Stück davon in eine Salzauflösung zu tauchen und es nach der Imbibition wieder herauszunehmen. Das Salz thut, indem es im Innern des Steines krystallisirt und alsdann dessen Volumen vergrößert, die nämliche Wirkung, wie das Gefrieren des Wassers; hält aber der Stein den eben angegebenen Versuch aus, so darf man versichert sein, daß er auch der Veränderlichkeit in der Witterung widerstehen wird.

An diesem Versuch, so entscheidend er auch für eine treffliche Auswahl ist, zeigt sich doch auch der Uebelstand, daß man dabei zuweilen einen sehr guten Baustein verwirft, weil keine Gleichheit besteht zwischen einer Salzauflösung, die im Stein nothwendig einen Körper zurückläßt, und dem Wasser, das ohne Rückstand verdampft. Gewisse poröse Steine halten den angegebenen Versuch nicht aus, und dessen ungeachtet verwittern sie niemals an der Luft, weil das Wasser, von dem sie getränkt sind, eben so schnell entweicht, als es eintreten kann.

Kalk und Mörtel. — Gebrannt gibt der kohlensaure Kalk den sogenannten **ungelöschten** oder **lebendigen Kalk**, der für die Baukunst ein sehr wichtiger Stoff ist und den **Mörtel** bildet. Doch muß man in dieser Beziehung die verschiedenen Varietäten noch zuvor sorgfältig unterscheiden; die reinsten kohlensaure Kalke erzeugen den sogenannten **fetten Kalk**, der bei seinem Ablöschen viel Wasser aufnimmt, sich mit einer bedeutenden Menge Sand mengen läßt und daher viel Mörtel liefert; dieser Kalk erhärtet aber eine sehr lange Zeit, bis er an der Luft erhärtet, gewinnt selbst niemals eine beträchtliche Consistenz und wird an feuchten Stellen gar nicht hart. Dagegen geben die mit thonerdehaltigen Silikaten gemischten kohlensauren Kalke und namentlich die Hydrate der Silikate den **magern** oder den **hydraulischen Kalk**. Der magere Kalk ist weniger productiv als der fette, insofern er weniger Wasser aufnimmt und weniger Sand verträgt, hat aber den außerordentlich großen Vortheil für sich, daß er an der Luft und selbst an feuchten Stellen sehr schnell fest wird; man muß diesen in dem Fall anwenden, wenn man mehr auf die Festigkeit als auf die Oekonomie Rücksicht zu nehmen hat. Nicht nur erhärtet der hydraulische Kalk an feuchten Stellen, sondern sogar im Wasser, ein Umstand, der ihn für alle Wasserbauten unentbehrlich macht, wo die fetten Kalkmörtel schnell erweichen würden.

Man findet nicht überall solche Kalksteine, die sich zum magern oder hydraulischen Kalk eignen; doch kann man ihn auf künstlichem Wege bereiten, wenn man sich Kreide oder Kalkmergel zu verschaffen weiß, die sich mit Wasser anrühren lassen. Man verwandelt sie in einen dicken Brei, den man mit feingeriebenen Thonsilikaten, z. B. mit dem Glasschaum der Gießereien und Glashütten, verschlackten vulkanischen Stoffen, zerstoßenen Dachziegeln oder Töpferwaaren ꝛc. mischt; dann formt man laibförmige Stücke daraus, die man austrocknet und hierauf wie den Kalk selbst brennt. Hat man keinen kohlensauren Kalk, der sich auf genannte Weise mit Wasser anrühren läßt, so kann man sich hiezu des gewöhnlich an Ort und Stelle vorkommenden gebrannten Kalkes bedienen, den man an der Luft ablöscht; hierauf mengt man den Staub mit Thonerdesilikaten, macht aus der ganzen Masse mit ein wenig Wasser einen Teig und formt, wie vorhin, Laibe daraus, die man trocken werden läßt, um sie von Neuem zu brennen. Dieser Prozeß ist aber wegen des doppelten Brennens etwas kostspielig.

Marmor. — Marmor nennt man die feinkörnigen und polirfähigen Kalksteinvarietäten, die sowohl wegen ihrer weißen Farbe, als wegen ihrer mehr oder weniger lebhaften Färbung zur Verzierung

der Gebäude oder zur Möblirung * benützt werden können. Er findet sich gewissermaßen überall, hauptsächlich von der Jurasormation an bis zu den silurischen Kalksteinen; in denjenigen Theilen dieser Ablagerungen, welche an die krystallinischen Gesteine gränzen, befinden sich im Allgemeinen die farbenreichsten und die am hübschesten geaderten Varietäten.

Man unterscheidet bei dem Marmor verschiedene Varietäten, von der jede ihren besondern Namen hat; die schönsten nennt man antiken Marmor, — ein Ausdruck, der seinem Namen nach einen Marmor anzeigt, dessen Fundgruben nicht mehr vorhanden sind und aus dem man die alten Monumente verfertigte, der aber jetzt auf solche Varietäten angewandt wird, die man unter solchen herauswählt, welche man tagtäglich abbaut. Diese Alterthumsliebe ist oft der Grund, warum man mit großen Kosten aus Italien Marmor kommen läßt, den die Römer aus Frankreich dahin geführt hatten, und deren Lagerstätten man noch kennt. Unter den zahlreichen Marmorvarietäten muß man hauptsächlich folgende unterscheiden:

1) Den einfachen Marmor, welcher, um schön zu sein, genau einfarbig und von deutlich ausgesprochener, entschiedener Farbe sein muß. Er zerfällt wieder in den weißen Statuenmarmor, den wir gegenwärtig von Carara, an der Küste von Genua, kommen lassen; den schwarzen Marmor von Dinan, Namur u. s. w.; den rothen Marmor, besonders der roth- und gelbgefleckte, italienische Marmor; dieser rothe Marmor wird bei Narbonne in Languedoc gebrochen; den gelben Marmor, den man gelben antiken Marmor oder gelben Marmor von Sienna nennt, u. s. w.

2) Den einfachen, geaderten Marmor, von dem viele Varietäten mit allen möglichen Farbengründen bestehen. Von diesem Marmor liefern uns die Marmorbrüche von Flandern schon seit langer Zeit eine bedeutende Menge, den man flandrischen Marmor nennt und der sehr häufig in Paris verarbeitet wird. Eine der bekanntesten Varietäten ist der Marmor von Saint-Anne mit grauem Grunde und weißen Adern; es gibt aber weit hübschere, mit braunem und rothem Grunde, mit blauem Grunde u. s. w. Unter den schönen Varietäten, die uns von verschiedenen Orten zukommen, unterscheidet man den großen antiken mit schwarzem Grunde und deutlichen, weißen Adern; den schwarzen, goldaderigen (Portor) mit schwarzem Grunde und gelben Adern; der türkisch blaue mit bläulichem Grunde und dunklern Adern, wovon der schönste in Carara gebrochen wird; der Languedoc, der von Narbonne kommt, mit rothem Grund und großen Adern, welchen man zu Verzierung der Monumente anwendet.

3) Die Marmorbreccien, die oft nur Varietäten des geaderten Marmors sind, in welchem die Adern die Masse so durchschneiden, daß sie aus vereinigten Fragmenten zusammengesetzt zu sein scheinen. Die berühmtesten sind: die große Trauer (le grand deuil) und die kleine Trauer (le petit deuil), welche weiße Splitter auf schwarzem Grunde zeigen und vom Departement der Ariège, dem der Aude und von den Niederyprenäen bezogen werden; die Marmorbreccie von Air oder Breccie von Tolonet, mit großen, durch schwarze Adern vereinigten, gelben und violetten Bruchstücken; die violette Breccie mit violettem Grund und großen, weißen Splittern — eine der reichsten Marmorarten, die von der Küste von Genua herkommt, deren Lagerstätten aber schon längst ausgebeutet sind.

4) Der zusammengesetzte Marmor, der allgemein von solchen Orten herkommt, wo Flötzablagerungen sich zwischen den krystallinischen Gesteinen eingeschlossen finden. Dieser Marmor schließt fremdartige Substanzen, als Blättchen und Strahlenbündeln ein. Man unterscheidet hier vornehmlich den Cypolinmarmor von der Küste Genua's, welcher grünlichen, in eine weißliche und körnige Masse eingestreuten Glimmer enthält; den Campan in den Pyrenäen, welcher in verschiedenartig gefärbten, dichten Kalksteinteigen wellenförmige Blättchen aus ähnlichen Stoffen von verschiedenen Farben einschließt. Endlich die verschiedenen Varietäten des grünen antiken Marmors, welche weiße oder grünliche, körnige, mit Dialag und grünem Serpentin gemischte Marmorarten sind (siehe bei den Silikaten). Gewisse Varietäten liefern einen Marmor von der höchsten Schönheit für die Verzierung der Gebäude und kommen gewöhnlich von der genuesischen Küste her.

5) Den Muschelmarmor, der Muscheln, Madreporen u. s. w. einschließt. Bei diesem Marmor unterscheidet man besonders Varietäten mit schwarzem Grunde, worauf Flecken von weißem Kalke gezeichnet sind, von denen jede eine Muschel ist; man bezieht solchen Marmor aus Flandern und den Umgebungen von Narbonne. Der kleine Granit bei Mons, mit dem man in Frankreich die meisten Möbel bedeckt, und der mit Encriniten angefüllt ist, ist ein allbekanntes Beispiel davon.

Alabaster. — Wir haben bereits (§. 178) des Kalkalabasters erwähnt. Dieser kommt von den Stalaktiten- und Stalagmitenablagerungen her, welche die Steinbrüche der Kalkländer erfüllen. Man sucht hauptsächlich diejenigen Arten auf, die vom Weißen schwach ins Gelbliche übergehen, schön halb durchsichtig und von milchweißen Adern durchzogen sind; dies ist der orientalische oder der antike Alabaster. Hierauf folgen die gelben Varietäten mit verschieden gefärbten Streifen, die in die Masse nicht sehr tief gehen; man nennt sie adrigen Alabaster, Onixmarmor und Agathmarmor.

Lithographischer Stein; Mergel. — Der lithographische Stein ist ein feinkörniger, dichter Kalkstein, der das Wasser leicht in sich aufnimmt und hauptsächlich in der Jurasormation gefunden wird. Die berühmtesten sind die von Pappenheim an der Donau in Baiern; aber auch in Frankreich, namentlich zu Chateaurour (Indre), zu Belley (Ain), zu Dijon, zu Périgueux u. s. w. findet er sich.

In der Agricultur bieten uns die Mergel, welche die Eigenschaft besitzen, an der Luft leicht zu zerspringen und in Staub zu zerfallen, sehr werthvolle Düngmittel dar, die man je nach der Beschaffenheit des Bodens auswählen muß: die Kalkmergel für allzu starke Bodenarten, und dagegen die Thonmergel für allzu leichte. Mergel gibt es in allen Formationen, namentlich aber finden sie sich von den tertiären Ablagerungen an bis zum Muschelkalk; weiter unten sind sie mehr Thone als Mergel.

Arragonit.

§. 221. Der Arragonit ist, chemisch genommen, der nämliche kohlensaure Kalk, wie der, von dem bereits die Rede gewesen, aber im rectangulären prismatischen System krystallisirt, ist er nicht spaltbar; er ist hart genug, um den Kalkstein stark ritzen zu können. Im Feuer spaltet sich der krystallisirte Arragonit und zerfällt in Staub; diese Eigenschaft vermindert sich aber bei den feinfaserigen Varietäten, und verschwindet vollständig in dem Maße, als die Spuren einer Krystallisation sich verwischen: er wird alsdann wieder der gewöhnliche kohlensaure Kalk.

Der Arragonit, den man ziemlich oft als regelmäßige, verschiedenartig veränderte Säulen mit rhombischen Grundflächen findet, kommt häufiger noch als

* Diejenigen Stoffe, die man zuweilen harten Marmor nennt, sind entweder Granit oder Porphyr, deren Beschaffenheit aber eine ganz andere ist.

Krystallgruppen, wie die in Figur 255 bis 262 angegebenen, vor. Am öftesten findet man diese Substanz korallenförmig (Fig. 328); auch trifft man sie in kleinen strahligen und faserigen Massen an, welche Uebergänge in den dichten und selbst erdigen Zustand bilden, wo sie alsdann bloß noch gewöhnlichen kohlensauren Kalk darstellt.

Diese Substanz findet sich hauptsächlich in den Eisenerzlagern, in den Spalten der Basaltablagerungen und der Serpentinfelsen, und als Krystallgruppen im Thongypps der salzhaltigen Ablagerungen. Gewisse Kalktuffe, z. B. die von Vichy, sind ganz arragonitisch.

Dolomit.

§. 222. Der Dolomit hat die größte Aehnlichkeit mit dem kohlensauren Kalk; nur ist der Rhomboeder, den man durch das Spalten erhält, stumpfer (§. 216). Das deutlichste Unterscheidungsmerkmal ist das langsame Aufbrausen mit Salpetersäure, was er mit dem Giobertit (kohlensaure Talkerde) und dem Eisenspath (kohlensaures Eisenoxydul) gemein hat. Die Auflösung gibt zuerst in der Wärme durch oxalsaures Ammoniak einen reichlichen Niederschlag, hierauf trübt sie sich von Neuem bei ihrer Erkaltung und liefert abermals einen reichlichen Niederschlag. Das specifische Gewicht beträgt bei den reinern Varietäten 2,86.

Diese Substanz findet sich ziemlich häufig in Rhomboedern, die denjenigen ähnlich sind, welchen man durch die Spaltung erhält, und die sich immer ziemlich einfach zeigen; man kennt sie unter keiner andern Form mehr, als in dünnen krystallinischen Ablagerungen auf Kalkkrystallen. Mit Ausnahme der warzen- oder kugelförmigen Varietäten fehlen auch die zufälligen Formen; hauptsächlich als feinkörnige, zuweilen dichte Massen, kennt man sie.

Krystallisirt, findet sich der Dolomit in den Erzlagern; die schönsten Varietäten kommen von Mexiko. Massenförmig findet er sich als Schichten, die in Granit und Glimmerschiefer eingeschlossen sind, wie z. B. am St. Gotthard herum, wo er verschiedene Stoffe eingestreut enthält, oder steht er in Verbindung mit dem Porphyr und dem Pyroxen, wie in Tyrol. Häufig tritt er auch mit dem Zechstein auf (§. 137, Anm.), den er in England vollständig ersetzt, sodann in den verschiedenen Ablagerungen über und unter dem Muschelkalk, im Lias, in der Juraformation; endlich findet man ihn in der Kreide und im Pariser Kalk. Es läßt sich daher wohl sagen, daß er sich beinahe überall findet, aber selten in sehr ausgedehnten Ablagerungen.

Die verschiedenen Varietäten bleiben beinahe alle unbenützt; in der Agricultur wünscht man selbst nicht einmal den Kalk, der davon herrührt, und nur seit einigen Jahren weiß man, daß gewisse Varietäten, mit Silikaten gemischt, hydraulische Kalke geben könnten, die jedoch auch nicht die gewünschte Haltbarkeit darbieten.

Spatheisenstein. — Eisenspath, kohlensaures Eisenoxydul, Stahlstein.

§. 223. **Charaktere.** — Der Spatheisenstein bietet nur wenige Krystallformen dar; denn man kennt bloß Rhomboeder, ähnlich dem durch die Spaltung erzeugten, oder auch kleine spitze Rhomboeder und sechsseitige Prismen. Häufig erscheint er auch unter der Linsenform.

Specifisches Gewicht = 3,81. Vor dem Löthrohr erhitzt, liefert er eine schwarze oder rothe Substanz, welche zu schwarzen, dem Magnet folgsamen Kügelchen schmilzt. Die Auflösung, die langsam in der Kälte vor sich geht, gibt durch Cyaneisenkalium einen bedeutenden Niederschlag.

Manchmal findet man den Spatheisenstein auch als nierenförmige Massen und als kleine warzige Ablagerungen in den Höhlen der Basaltfelsen und auch unter der Form von Pflanzenstängeln, oder mit Abdrücken von Farrenkräutern im Kohlensandsteine. Häufig tritt er in groß- und kleinblätterigen Massen auf, ist zuweilen körnig oder oolithisch und alsdann dem körnigen Limonit ziemlich ähnlich (§. 138). In andern Fällen ist er dicht und sogar erdig, und alsdann mehr oder weniger mit fremdartigen Stoffen gemischt.

Fundort. — Als Krystall kommt dieser Stoff in verschiedenen Metalllagern vor. Die in Massen erscheinenden blätterigen Varietäten, die man ganz speciell Spatheisen nennt, finden sich als Gänge und Lager in den krystallinischen Gesteinen, oder in den Kalkablagerungen verschiedenen Alters, von welchen sie unmittelbar bedeckt werden; die nierenförmigen, derben, erdigen, durch fremdartige Stoffe mehr oder weniger verunreinigten Varietäten gehören der Steinkohlenformation an und bilden darin oft ziemlich beträchtliche Ablagerungen sowohl in den Sandstein-, als Steinkohlenschichten. Die oolithischen Varietäten gehören der Juraformation an.

Anwendung. — Der Spatheisenstein bildet immer noch ein wichtiges Eisenerz und findet sich in verschiedenen Gegenden ziemlich häufig. In Frankreich benützt man die Spatheisenerze zu Allevard in der Dauphiné, zu Baigorry, Vicdessos ꝛc., in den Pyrenäen aus. Bei ihrem Zugutmachen wird auf eine eigenthümliche Weise verfahren, die man die catalanische Methode nennt, bei deren Anwendung man das Eisen unmittelbar ohne Schmelzung erhält. Es ist jedoch bei diesen Eisenerzen eine Auswahl zu treffen, und man glaubt bemerken zu müssen, daß die magnesiahaltigen ein schlechtes Eisen liefern. Die besten Erze sind diejenigen Varietäten, welche eine Zersetzung erlitten haben und sich im Zustande eines Hydrates befinden. Solche, die Manganoxyd enthalten, geben ein Eisen, das sich leicht in Stahl umwandeln läßt, daher gab man diesem auch den Namen Stahlstein.

Die dichten und erdigen Varietäten der Steinkohlenformation sind ein vortreffliches Eisenerz, das um so schätzbarer ist, als es sich in der Nähe desjenigen Brennmaterials findet, welches sich am besten zu seiner Zugutmachung eignet. Sie sind die einzigen, die man in England abbaut; auch in Frankreich, in der Gegend von Saint-Etienne und zu Aubin im Aveyron-Departement macht man sie zugut. Die Oolithvarietäten werden zu Hayanges an der Mosel und in mehreren Hüttenwerken im Departement der Cote-d'Or und in dem der Marne benützt.

Smithsonit. — Bafisch-kohlensaures Zinkoxyd, Zinkspath, Zinkoxyd, Galmey.

§. 224. Selten in Krystallen, die immer sehr klein sind; manchmal als Stalaktiten und in Formen, die dem kohlensauren Kalk entlehnt sind, oder auch als derbe Massen.

Bei der Calcination bildet dieses Metall einen weißen Rauch, welcher sich um das Versuchsstück herum absetzt. Es löst sich unter lebhaftem Aufbrausen in der Salpetersäure auf; die Auflösung gibt mit Ammoniak einen Niederschlag, der sich in einem Ueberschuß dieses Alkalis wieder auflöst.

Die krystallinischen oder stalaktitischen Varietäten finden sich in verschiedenen Erzlagern; aber die massenförmigen Varietäten bilden mit dem tiefsitzenden Zinkoxyd (Zinkglas) Schichten in den Flötzablagerungen, von der Kohlenformation bis zum Lias. In diesem letzteren findet er sich besonders in Frankreich zu Combecave, Montalet bei Uzès, zu Saint-Sauveur in der Landschaft Languedoc ꝛc. Diese Erze werden in verschiedenen Lokalitäten gleichzeitig mit dem Zinkglas gewonnen (siehe das Zinkglas).

Die Zinkblüthe, ein Galmeyhydrat, findet sich als eine kleine erdige Masse in den Bleigruben von Bleiberg in Kärnthen.

Malachit und Kupferlasur. — Berggrün, grüne Asche, Bergblau.

§. 225. Eine dieser Substanzen ist grün und krystallisirt in geraden rhombischen Prismen; die andere ist blau und stellt schiefe Prismen dar.

Beide geben in der Hitze Wasser und werden schwarz; ihre Auflösung gibt einen reichlichen Niederschlag von Kupfer. Die erstere ist ein einfaches kohlensaures Kupferoxyd mit Wasser; die zweite ein Bicarbonat, verbunden mit einem Hydrat von derselben Basis.

Diesen beiden Arten muß man noch ein wasserfreies Carbonat beifügen, das, wie alle wasserfreien Kupfersalze, braun aussieht und in Indien im Lande Mysore beobachtet wurde.

Der Malachyt, der sich selten in seiner natürlichen Form findet, erscheint oft in verschiedenartig veränderten Octaedern, die von der Zersetzung der Oxydule herkommen. Auch in schiefen, im Innern faserigen Prismen zeigt er sich, die der Zersetzung der Lasur ihre Bildung verdanken. Uebrigens findet er sich auch in kleinen warzigen oder stalaktitischen, oft nach innen faserigen Massen, und zeigt überdies noch Wachsthumsschichten, die man an den Verschiedenheiten der Färbungen unterscheidet. Manchmal ist er pulverförmig und dann häufig mit erdigen und sandigen Stoffen gemengt.

Die Kupferlasur ist dagegen fast immer krystallisirt oder erscheint sie in Kugeln, die aus zusammengehäuften Krystallen bestehen. Man findet sie auch in einem erdigen Zustand und alsdann oft mehr oder weniger mit fremdartigen Stoffen gemengt; das, was man armenischen Stein nennt, ist bloß eine dieser Mischungen, die dicht und ziemlich hart ist.

Diese beiden Substanzen sind im Allgemeinen untergeordnete Stoffe in den Kupfererzlagern. Manchmal findet sich der Malachit in ziemlich beträchtlichen Massen in den Bergwerken des Urals in Sibirien. Die Kupferlasur fand sich lange Zeit hindurch in nicht unbeträchtlicher Menge zu Chessy bei Lyon in sandigen, der Zechsteinformation angehörenden Stoffen.

Wenn die faserigen stalaktitischen Varietäten des Malachits hinlänglich große Massen zusammensetzen, so werden sie in dünne Blätter geschnitten, woraus man Tischplatten, flache Becken, Kaminesimse ꝛc. von seltener Schönheit verfertigt.

An Orten, wo viel kohlensaures Kupfererz vorkommt, benützt man es mit den andern Kupfererzen zur Darstellung des Kupfers; dies ist übrigens eine schlechte Art, viel dadurch zu gewinnen; weit besser wäre es, wenn man Kupfersalze daraus machen würde, besonders ein schwefelsaures, dessen man sich in der Färberei bedient.

Natron und Urao. — Soda, mineralisches Laugensalz, kohlensaures Natron.

§. 226. Das Natron, so wie es sich in der Natur findet, ist eine efflorescirende, kaustisch und urinartig schmeckende Substanz. Es ist im Wasser löslich, aus dem es sich in Krystallen absetzt, die eine größere Menge dieser Flüssigkeit im Zustand einer Verbindung enthalten. An der Luft zerfallen diese Krystalle leicht in Staub.

Das Urao zeigt sich dagegen in rectangulären schiefen Prismen krystallisirt. Sein Geschmack ist weniger kaustisch; auch ist es an der Luft wenig veränderlich. Es findet sich in körnigen und manchmal faserigen Massen.

Die erstere dieser beiden Arten findet sich auf der Oberfläche der Erde in den Tiefebenen unserer Continente, in der Umgebung gewisser See'n, deren Wasser immer eine gewisse Menge dieses Stoffes enthalten. In trockenen Zeiten ist es reichlich vorhanden und bedeckt den Boden als eine schneeähnliche Efflorescenz. Auf diese Weise sieht man es in den Ebenen von Ungarn, um Debrezin herum, im Thal der Natronseen in Aegypten, in Arabien, in Indien ꝛc.

Das Urao bildet feste Ablagerungen in den Thonsubstanzen ziemlich neuer Bildung. In diesem Zustand findet man es in Colombia, um das Dorf Laguniila, eine Tagreise von Merida entfernt, und schließt es Gaylussitkrystalle ein. Es scheint, daß es sich auch in Afrika, im Barbarestenstaate Fezzan, am Rande der großen Wüste und wahrscheinlich im Thale der Natronseen, 20 Stunden von Kairo entfernt, findet; wenigstens bezieht man aus diesem letzteren Orte beträchtliche Massen, die an der Luft nicht verwittern, und womit man sogar Mauern gebaut hat, die sich in diesen trockenen Gegenden gut erhalten. Es ist zu vermuthen, daß von seiner Zersetzung das Natron herkommt.

Die Carbonate des Natrons finden sich manchmal auch auf der Oberfläche der Laven und Schlacken in den thätigen Vulkanen angeflogen. Als Auflösung kommt es in ziemlich vielen Mineralwassern vor, worunter man namentlich die von Vichy in der Auvergne und Contrexeville in den Vogesen anführen muß.

Diese Natronsalze sind überall, wo sie sich finden, von Wichtigkeit, sowohl für die Seifensiederfabrikation, als für die Glashütten.

Verschiedene Carbonate.

§. 227. Die übrigen Carbonate gehören größtentheils den Erzlagern an, und finden sich immer in kleinen Mengen. Das kohlensaure Blei, der Witherit und der Strontianit gehören insbesondere zu den Bleierzen; sie zeigen unter sich eine sehr große Analogie und finden sich bald in Krystallen, bald in kleinen nadelförmigen, faserigen, dichten, manchmal erdigen Massen. In größter Menge erscheint das kohlensaure Blei und stellt die deutlichsten, sowie auch die mannigfaltigsten Krystalle dar; es zeigt hauptsächlich sehr viele solcher Gruppen, wie wir sie bereits in Fig. 263 bis 265 gezeigt haben.

Auch finden sich in den Bleierzen von Leadhils in Schottland Bleicarbonate mit Sulfaten verbunden in mehr oder weniger deutlichen kleinen Krystallen, deren Formen sich nicht auf das kohlensaure Blei beziehen können. In den nämlichen Erzlagern begegnet man auch dem Stromnit und dem Baryto-Calcit.

Der Giobertit findet sich als einfache Rhomboeder in Talk eingesprengt; der Remalit — ein erdiger Stoff, besteht als kleine Adern im Serpentin, sowie die andern Carbonat-Hydrate der nämlichen Basis.

Boride.

Körper, die unmittelbar dem Alkohol die Eigenschaft verleihen, mit einer grünen Flamme zu brennen, oder nach der Einwirkung der Salpetersäure eine Substanz zurücklassen, die dieselbe Eigenschaft besitzt.

§. 228. Wir haben hier nur von einer sehr kleinen Anzahl Substanzen zu sprechen, nämlich:

1) Die wasserhaltige Borarsäure, oder Sassolin, das sich in den Wassern der toskanischen Lagunen (§. 198), an deren Ufern es krystallisirt, sowie auch als kleine mit Schwefel gemischte Massen im Krater des Vulkans findet. Sie ist ein Hydrat, das nur 56 Procente trockener Säure enthält. Man sammelt sie und wendet sie gegenwärtig zur Darstellung des Borares an.

2) Der Borax, oder borarsaures Natron, der, wie man sagt, schon ganz gebildet in den Gewässern gewisser indischen See'n, oder als kleine krystallinische Schichten von einigen Fuß Mächtigkeit in lockern

Böden vorkommt. Man führt ihn auch zu Ceylon, in Persien, in der südlichen Tatarei und aufgelöst in den Wassern gewisser Bergwerke von Potosi an. Aller Borax, den man in Europa verbrauchte, kam früher von Indien, bis man ihn mit der toskanischen Borarsäure bereitete. Dieses Salz dient als Flußmittel bei verschiedenen Operationen der Metallurgie im Kleinen.

3) Der Borazit oder borarsaure Magnesia krystallisirt in Würfeln, die durch den Mangel an Symmetrie merkwürdig sind (§. 44). Diese nicht sehr häufig vorkommende Substanz findet sich in Krystallen, die in dem Gyps von Lüneburg in Braunschweig und von Segeberg in Holstein eingesprengt sind.

4) Die Borofilikate des Kalkes: das eine findet sich in geraden rhombischen Prismen krystallisirt im Magneteisen am Arendal in Norwegen; ein anderes in schiefen Prismen in gewissen krystallinischen Gesteinen von Tyrol, und ein drittes als kleine traubenförmige Massen an erstgenanntem Orte (siehe die borarhaltigen Silikate).

Gruppe der Silicide.

Körper, aus Kieselsäure gebildet, die entweder für sich allein besteht, oder mit verschiedenen Orden verbunden ist.

Schmelzbar mit Natronsalz und alsdann mit Wasser oder in Säuren löslich; die saure Auflösung gibt eine bedeutende Menge Kieselerde, entweder unmittelbar oder erst nach der Verdampfung und der nachher vorgenommenen Behandlung mit Wasser.

§. 229. Diese Gruppe, die jedoch bloß die Kieselsäure und ihre Verbindungen mit verschiedenen Basen enthält, ist die ausgedehnteste im ganzen Mineralreich. Sie begreift in sich mehr als zweihundert Arten, die sich ziemlich gut definiren lassen, und vielleicht eben so viele, die man als solche zu erkennen auf dem Wege ist; jeden Tag läßt die chemische Untersuchung der Mineralien neue Verbindungen entdecken. Es finden sich hier Kieselsäure und verschiedene Basen von Kohlenstoff, Wasserstoff und Saurstoff, deren Verbindungen in den organischen Stoffen sich in unendlich vielen bestimmten Verhältnissen bilden können.

Die Substanzen, die zu dieser Gruppe gehören, besitzen ziemlich viele gemeinschaftliche physikalische Charaktere, an denen man sie öfters augenblicklich erkennen kann. Die meisten zeigen einen starken Glasglanz, wenigstens gilt dies von den krystallisirten Varietäten; keines ist metallglänzend. Sie bieten fast immer eine bedeutende Härte dar; sehr viele ritzen den Quarz und beinahe alle andern ritzen das Glas oder nützen es ab, wenn sie krystallisirt sind. In diesen verschiedenen Beziehungen können sie wohl nur mit den Fluorsilikaten Topas und Pyknit, dem Borosilikat Datholit, dem Korund und den Spinellen verwechselt werden (§. 194, 195, 133 und 134).

Die meisten von ihnen gehören dem krystallinischen Gebirge an; eine kleine Anzahl bildet darin für sich allein mehr oder weniger beträchtliche Ablagerungen; einige andere bilden, indem sie sich auf eine durch ihre Beständigkeit merkwürdige Weise vereinigen, Gesteine, die man aus diesem Grunde zusammengesetzte Gesteine nennt. Die meisten andern sind in verschiedenen Gesteinen eingesprengt oder finden sie sich als Gruppen darin. Nur wenige zeigen sich in den Flötzgebilden, und alsdann sind es besonders erdige, stets mehr oder weniger thonige Stoffe.

Wir haben bereits mehrere Steine angeführt, die in der Bijouterie ihre Anwendung finden. Alle andern gehören zu der Familie der Silicide, sowohl diejenigen, die noch einen hohen Preis behaupten, als einige gemeinere, die jedoch häufig auch benützt werden.

Da es uns unmöglich ist, hier sämmtliche zu dieser Gruppe gehörende Arten zu beschreiben, so werden wir nur diejenigen wählen, welche die auf der Erde am meisten verbreiteten sind und von welchen man nothwendig wenigstens das Allgemeinste wissen muß.

Reine Kieselerde oder Kieselsäure.

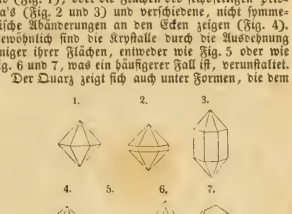
Für sich allein unschmelzbare Stoffe; unlöslich in Säuren, aber löslich, nachdem sie mit einem Alkali zusammengeschmolzen worden sind. Die Auflösung enthält nach der Absheidung der Kieselerde entweder Nichts oder beinahe Nichts.

Quarz, Calzedon und Opal. — Bergkrystall, Agat, Kiesel ꝛc.

§. 230. **Charaktere des Quarzes.** — Unter diesen drei Stoffen und ihren sämmtlichen Varietäten vermag der Quarz allein zu krystallisiren.

Er ist eine glasartige, im Feuer unveränderliche Substanz, die im rhomboedrischen System krystallisirt und deren Krystalle immer Dodecaeder mit gleichschenkligen Dreiecken darstellen, die ferner entweder einfach sind (Fig. 1), oder die Flächen des sechseitigen Prisma's (Fig. 2 und 3) und verschiedene, nicht symmetrische Abänderungen an den Ecken zeigen (Fig. 4). Gewöhnlich sind die Krystalle durch die Ausdehnung einiger ihrer Flächen, entweder wie Fig. 5 oder wie Fig. 6 und 7, was ein häufigerer Fall ist, verunstaltet.

Der Quarz zeigt sich auch unter Formen, die dem



scalenoedrischen kohlensauren Kalk, dem rhomboedrischen Eisenerz (Eisenglanz) oder dem octaedrischen Flußspath entlehnt sind. Dem krystallinischen Zusammenbacken des Quarzsandes durch kohlensauren Kalk ist bereits §. 58 Erwähnung geschehen; aber eine andere Art von Zusammenbacken des Sandes wird durch den Blitz bewirkt, der, wenn er in denselben einschlägt, darin mehr oder weniger unregelmäßige Röhren bildet, welche man Blitzröhren oder Fulgurite nennt, und welche zuweilen sehr tief in den Boden eindringen.

Auch findet man den Quarz in kleinen strahligen oder faserigen Massen; häufig aber als eine große dichte, bald durchsichtige und durchscheinende, bald mehr oder weniger undurchsichtige Masse. Wo anders zeigen die Massen eine körnige und undeutliche Struktur und gehen in einen steinartigen Zustand über. Endlich findet man den Quarz auch als einen mehr oder weniger zusammengebackenen und mehr oder weniger reinen Sand, wovon die Pflastersandsteine von Paris ein schönes Beispiel sind.

Natürlich farblos, nimmt der Quarz durch Beimengungen fremdartiger Stoffe oft mehr oder weniger lebhafte Farben an, wobei er bald seine Durchsichtigkeit beibehält, bald undurchsichtig wird. So mischt er sich z. B. mit Eisenoxyd, dem gelben Hydrat dieses Oxydes, oder mit eisenhaltigem, rothem oder gelbem Thon und mit Hornblende- oder Chloritsubstanz (siehe Hornblende und Chlorit, §. 251 und 267), welche ihn grün färbt. Der Amethyst ist ein durchsichtiger, durch das Manganoxyd violblau gefärbter Quarz; es gibt auch verschieden gelbgefärbte, durchsichtige Quarze, sodann braune oder rauchfarbige ꝛc.

§. 231. **Charaktere des Calzedons.** — Der Calzedon, der Agat, der Karneol, der Feuerstein sind lauter Stoffe von derselben Natur und ganz kieselerdig. Sie sind alle dadurch charakterisirt, daß sie sich im Feuer bleichen und darin sogar ganz zerstört werden.

Sie zeigen keine Spur von einer äußern Krystallisation und auch keine doppelte Strahlenbrechung, wenn sie in Blätter verwandelt sind, die man als homogen betrachten kann; daher sind sie auch im Innern nicht krystallisirt und müssen als eine mechanische Agglutination von Kieselerdetheilchen betrachtet werden. Sie sind zäher als der Quarz und geben am Stahl leichter Feuer. Ihr Glanz, der sich mehr dem Steinglanz als Glasglanz nähert, hat immer etwas Fettes oder Wachsartiges; einige durch ihren Harzglanz mit dem Opal verwandte Varietäten sind zum Theil in kaustischem Kali löslich, wenn sie fein pulverisirt sind.

Der Calzedon trägt oft entlehnte Formen; er inkrustirt manchmal Quarzkrystalle mit einem mehr oder weniger dicken Häutchen und zeigt alsdann ganz die Form derselben. Auch erscheint er unter Formen, die den verschiedenen Kalkkrystallen entlehnt sind; öfter noch unter der Form von Holzbrettern, Korallenstöcken, deren Gewebe er beibehält, oder findet er sich im Innern der Muscheln und Echyniden abgedruckt. Er kommt in kleinen Stalaktiten, mehr oder weniger großen Nieren vor, die manchmal im Innern hohl und entweder von Quarzkrystallen ausgekleidet oder davon erfüllt sind und erdige Stoffe einschließen.

Der durchscheinende bis undurchsichtige Calzedon ist bald farblos, bald in Folge einer Mischung mit einigen fremden Substanzen gefärbt. Die durchscheinenden Varietäten tragen häufig den Namen Agat; die zugleich gefärbten heißen Sardoner, wenn sie gelblich oder bräunlich sind, Karneol, wenn sie roth aussehen, eine Farbe, die von organischen Stoffen herrührt (§. 78). Wenn sich mehrere Farben zu Streifen oder Bändern vereinigt finden, so wird die Substanz häufig Onix genannt. Zuweilen findet sich die färbende Substanz in dendritischer Zeichnung, woraus die Moosagate oder Mochasteine hervorgehen.

Der Jaspis ist ein undurchsichtiger Calzedon, gemischt mit verschiedenen fremden Substanzen, die ihn färben; diese färbenden Substanzen sind das Eisenoxyd und sein Hydrat, bald rein, bald mit Thon gemischt, oder sind es Silikate von grüner Farbe; dies gibt die verschiedenen, rothen, gelben, grünen ꝛc. Varietäten, wo die Farben bald gleichförmig vertheilt, bald zu Bändern, Streifen, Flecken ꝛc. angelegt sind. Der Calzedonjaspis unterscheidet sich von den gefärbten undurchsichtigen Quarzen, welche ihnen oft gleichen, darin, daß sie im Feuer einer Zersetzung unterliegen. Es ist noch zu bemerken, daß einige Jaspisarten, die eine große Menge eisenhaltigen Thones oder Kalkes einschließen, was manchmal bei den Feuersteinen der obern Theile der secundären Gebilde der Fall ist, vor dem Löthrohr schmelzbar werden, ein Umstand, der sie manchmal mit andern Substanzen verwechseln ließ.

Der Mahlstein oder Mühlsteinquarz ist nur eine steinartige und undurchsichtige Calzedonvarietät, oft von unregelmäßigen Höhlen durchlöchert, weßhalb man ihn auch zerfressenen Kiesel nennt.

Pulverförmige Kieselerde. — In den Höhlen gewisser Kieselerdeablagerungen oder in den Feuersteinnieren findet man ziemlich häufig die Kieselerde als einen feinen Staub. Es existiren auch Nieren mit einer sehr lockern Textur, die durch die Aggregation staubartiger Stoffe gebildet scheinen und so leicht sind, daß sie gleich dem Bimsstein auf dem Wasser schwimmen, ein Grund, warum man ihnen den Namen Schwimmstein oder Schwimmquarz gab.

Häufig haben auch die Feuersteinnieren der Kreide an ihrem Außentheile eine mehr oder weniger dicke Schichte von einer lockern weißen und undurchsichtigen Kieselerdesubstanz, während der innere Theil dicht und fest ist. Manchmal findet man daran mehrere abwechselnde Schichten aus festen und aus pulverförmigen Stoffen.

§. 232. **Charaktere des Opals.** — Wie der Calzedon, so wird auch der Opal im Feuer weiß, gibt aber alsdann immer eine namhafte Menge Wassers von sich. Am öftesten löst er sich in kaustischem Kali auf, gerade wie die noch wasserhaltigen galleriartigen Niederschläge, die wir in den chemischen Laboratorien bilden. Er zeigt keine Spur von einer Krystallisation, noch von einer doppelten Strahlenbrechung. Weit weniger zähe als der Calzedon, gibt er am Stahle weniger Funken. Er zeigt immer den Harzglanz in größerem oder geringerem Grade.

Der Opal erscheint manchmal als kleine Stalaktiten oder als durchsichtige und perlmutterglänzende Warzen. Oefter zeigt er sich unter der Form mehr oder weniger großer Nieren oder auch unter der Form von Baumzweigen, deren Struktur er beibehält. Opal setzen die Springquellen von Island ab (§. 198), womit sie auf allen umgebenden Körpern Inkrustationen bilden.

Manchmal ist der Opal ziemlich rein und in diesem Falle mehr oder weniger durchscheinend. Gewisse halbdurchsichtige Varietäten zeigen in ihrem Innern sehr lebhafte Regenbogenfarben, wodurch sie sehr gesucht und theuer werden. Oefters färbt sich der Opal durch Beimischungen von fremdartigen Stoffen, und die undurchsichtigen, mit Eisenoxydul, eisenhaltigem Thon, einem grünen Stoff ꝛc. gemischten Varietäten bilden das, was man Jaspopal oder Pechopal nennt.

Man findet auch Kieselerdehydrate, wahre Opale im galleriartigen oder teigartigen und fast staubartigen Zustand, die sich manchmal im Wasser erweichen lassen. Es gibt Umstände, wo der Opal verändert worden zu sein scheint, wo die Nieren, die Bruchstücke an ihrer Oberfläche weiß und sogar zu Staub geworden sind, die alsdann all ihr Wasser verloren haben. Einige Varietäten nehmen, in Wasser getaucht, diese Flüssigkeit, welche sie verloren hatten, wieder auf und werden dadurch wieder durchscheinend; man nennt diese Varietäten Hydrophane.

Es scheint, daß es in Beziehung auf die Zusammensetzung mehrere Hydrate gibt, die hinsichtlich ihres Wassergehaltes unter sich sehr verschieden sind, und die vielleicht in der Folge eben so viele Species bilden werden.

§. 233. **Vorkommen des Quarzes.** — Es läßt sich allgemein annehmen, daß der eigentliche Quarz dem Urgebirge angehöre; er bildet darin für sich selbst beträchtliche Gänge, welche alle Gesteine durchsetzen, ausgedehnte Lager und mächtige Schichten, worin er bald durchsichtig und im glasartigen Zustand erscheint, bald undurchsichtig mit einer Art körniger Textur ist. In andern Fällen ist er mit Glimmer * gemengt, der sich darin entweder bündelartig oder mehr oder weniger gleichförmig eingestreut findet; dies sind alsdann zusammengesetzte Gesteine, die man Hyalomicte nennt, und als granitartige, wenn sie wie Granit aussehen, und als schiefrige unterscheidet, wenn der in kleine Schichten gelegte Glimmer der Masse eine schiefrige Struktur gibt. Findet sich darin viel Glimmer in deutlichen Blättchen, die mit den Quarzblättchen abwechseln, so ist es Glimmerschiefer.

Der Quarz ist auch ein wesentlicher Theil des Granits, worin er sich nicht bloß mit dem Glimmer, sondern auch mit dem Feldspath vereinigt findet, und worin das Ganze in kleinen Theilen mehr oder weniger gleichartig gemengt ist. Pegmatit nennt man eine gewisse Granitart, die sich in bedeutender Menge in den Alpen findet, wo der Glimmer im Allgemeinen sehr kalkerdig ist. Pegmatit nennt man einen Granit, wo die drei angegebenen Elemente besondere Zusammenhäufungen

* Siehe weiter unten den Glimmerfeldspath, Talkerde ꝛc., welche Silikate darstellen (§. 240, 254, 267 ꝛc.).

bilden, die unter sich vereinigt und zusammengebacken sind.

In den krystallinischen Ablagerungen findet man oft Spalten und unregelmäßige hohle Räume, worin der Quarz krystallisirt hat; man nennt dies Krystallöfen oder Krystallsäcke, in welchen man die Krystallgruppen des Quarzes nimmt, die die Mineraliensammlungen zieren.

In den Flötzablagerungen bildet der Quarz hin und wieder einige Gänge, welche mehrere Ablagerungen von unten nach oben durchsetzen; in Schichten kommt er nur noch als Sand vor, der mehr oder weniger zusammengebacken ist, und ist in dieser Form bald ziemlich rein, bald mit fremdartigen Stoffen gemischt, bald durch Limonit ꝛc. verunreinigt. Wenn man auch die und da im Sedimentgebirge noch krystallisirten Quarz begegnet, so sind es nur kleine Krystalle, welche die Höhlen der Calzedonlager oder der kieselsauren Thonerdesubstanzen, die die Kalksteinbänke trennen, auskleiden. Es ist zu bemerken, daß bei den in den krystallinischen Ablagerungen eingeschlossenen Flötzablagerungen die sandigen Schichten durch dichte, bald reine, bald mehr oder weniger mit Glimmer gemengte Quarze, wie z. B. der Greisen (Hyalomicte), ersetzt sind.

Vorkommen des Calzedons. — In weit geringerer Menge kommt der Calzedon im Urgebirge vor, wo er sich manchmal in Gängen findet; dagegen bildet er als Jaspis auch dünne Schichten, die sehr oft mit Talk-, Dialage- und Serpentinstoffen wechsellagern (siehe diese Mineralien). Er findet sich als mehr oder weniger große Nieren, häufig mit concentrischen Schichten, in gewissen Gesteinen, als isolirte Ablagerungen, die man Mandelsteine genannt hat, weil die Nieren verschiedener Substanzen sich darin, wie die Mandeln in einem Teig, zeigen.

In durchsichtigen Nieren, die den speciellen Namen Feuerstein erhielten, ist er sehr häufig in den verschiedenen Kalkfein- und Mergelschichten jeden Alters. Besonders zahlreich aber und manchmal sehr groß, namentlich in die Breite ausgedehnt und alsdann kleinen Schichten gleichend, sind diese Nieren in der Kreide; sie sind zu horizontalen Schichten vereinigt, die sich zuweilen sehr oft wiederholen und Zwischenräume von 2 bis 3 Meter zwischen sich lassen, was man besonders an den steilen Küsten des Kanales von la Manche bemerkt.

Mühlsteinquarz oder Mahlstein. — In den tertiären Gebilden findet man ziemlich ausgedehnte Ablagerungen von Mühlsteinquarz. Er existirt schon in dem untern Theil, den man Kieselkalk nennt, wie z. B. in der ganzen Landschaft Brie, worin man keine organischen Ueberreste findet, weiter oben finden sich auf den meisten Plateaux der Umgebung von Paris Lager, die auf Quarzsand aufruhen, mit welchem die Hauptmasse der vorigen Hügel endigt; dieser Quarzsand schließt häufig Süßwassermuscheln z. B. Lymnea, Planorbis u. s. w. ein.

Vorkommen des Opals. — In etwas verschiedenen Lagen findet sich der Opal; die meisten Varietäten kommen in den Trümmern der Trachytbildungen vor: so um den Mont-Dore herum, im Siebengebirge, in Ungarn, in den euganeischen Bergen, in Mexiko u. s. w. Auch die Trachytfelsen selbst schließen ihn ein; die einen als kleine Adern, die andern als Nester; man findet ihn manchmal noch in den Basaltablagerungen und auch als mehr oder weniger große Nieren, gewöhnlich ziemlich rein und in den Mandelsteinen, wie man es besonders auf der Insel Ferro sieht.

Außerdem bildet der Opal Gänge in den Serpentin- und Diallagablagerungen, wo er gewöhnlich weiße, durchscheinende bis undurchsichtige Varietäten zeigt; dies beobachtet man besonders bei Mussinet, Baldissero u. s. w., in Piemont, auf der Insel Elba, in Schlesien u. s. w. Auch findet man ihn in den obern Theilen des Sedimentgebirges, sei es als Nester in den Flußkalkablagerungen, wie z. B. in Orleanais, zu Gergovia in der Auvergne, sei es als Nieren in den Mergelschichten der Umgegend von Paris, wo er an seiner Oberfläche weiß und in seinem Innern braun erscheint, wie z. B. zu Menilmontant; man gab diesen Varietäten den Namen Menilli (Leberopal, Knollenstein). Häufig ist alsdann auch der Opal mit Mergel gemischt, welcher ihn weiß und völlig undurchsichtig macht, wie es die Feuersteine an den nämlichen Oertern sind, und ist wie diese vor dem Löthrohr schmelzbar.

Denken wir jetzt noch an die Opaltuffe, erzeugt durch die Geyser auf Island, welche 3 bis 4 Meter tiefe und ziemlich ausgedehnte Ablagerungen bilden; sie finden sich gleichfalls auf der Insel St. Michael, eine der Azoren. Mehrere Mineralquellen setzen ebenfalls kleine Quantitäten dieses Stoffes ab; man fand ihn auf diese Weise in den Mineralwasserleitungen des Mont-Dore in der Auvergne.

§. 234. **Anwendung der Kieselerdestoffe.** — Die durchsichtigen Varietäten des Quarzes wurden ehedem zu Luxusartikel verarbeitet; man verfertigte nämlich daraus Schalen, kleine Urnen, verschiedene Zierathen, Kronleuchter u. s. w.; aber alle diese wegen der Schwierigkeit der Arbeit sehr theure Gegenstände sind heutzutage aus der Mode gekommen und ihre Fabrikation ist seit dem Aufkommen des sogenannten Krystallglases, das neben einer größern Durchsichtigkeit und einem schönern Glanz auch leichter zu verarbeiten ist, sehr in Abgang gekommen. Man benützt eigentlich nur noch den Amethyst, besonders wenn er mit weißem Quarze gemengt, sichtzeichnige Zeichnungen darstellt. Auch benützt man den Amethyst in der Bijouterie, und wird selbst um einen ziemlich hohen Preis gekauft, wenn der Stein groß, dunkel und vollkommen gleichartig gefärbt ist; in diesem Falle ist er namentlich für die Bischofsringe gesucht. Die hellen Farben sind nur dann geschätzt, wenn die Steine in einem Schmuck vereinigt alle genau dieselbe Farbe zeigen, zu deren Auswahl aber eine sehr große Anzahl geschliffener Amethyste nöthig ist. Gewisse mit parallel faserigem Abest gemischte und unter dem Namen Katzenauge (§. 74) bekannte Quarzvarietäten stehen manchmal in ziemlich hohem Werth. Der Aventurin, der meistens eine Greisenvarietät ist, worin die kleine, starkglänzende Glimmerschüppchen gleichförmig verbreitet sind, ist in Form von Platten noch ziemlich geschätzt; es gibt noch einen andern, aber weniger schönen, der aus einem gefärbten, körnigen Quarze besteht, worin einige Krystalle, die eine andere Stellung als die übrigen haben, stärker glänzen. Die verschiedenen Varietäten des gefärbten Quarzes schleift man auch zu Steinen mit Facetten, die übrigens wenig Werth haben.

Alle diese Steine kommen heutigen Tages gewöhnlich schon geschliffen aus Brasilien, und zwar zu einem außerordentlich niederen Preise, zu uns.

Die sandigen Ablagerungen verwendet man zur Verfertigung von gröbern Politur- und Schleifsteinen. Gewisse ziemlich feste Varietäten mit grobem Korn werden zu Mahlsteinen benützt. Der weiße und reine Sand findet in den Glashütten zur Fabrikation von weißem Glas seine Anwendung. Der Quarzsand, wie beschaffen er auch sein mag, wird öfters mit Thon zur Fabrikation des gewöhnlichen Töpfergeschirrs gemengt.

Die verschiedenen Calzedon-Varietäten, z. B. der Sardonier, der Carneol, der Moosagat, waren oft sehr gesucht, haben aber gegenwärtig keinen großen Werth mehr. Eine andere, unter dem Namen Chrysopras bekannte und halb durchsichtige Varietät zeigt

eine hübsche grüne Farbe, welche sie einem Silikat des Nickels verdankt, und ist die einzige noch gesuchte und theure Varietät: man macht daraus prachtvolle Schmuckachen mit Diamanteinfassungen.

Man benützt die verschiedenen Varietäten des Calzedons zum Gravieren auf feine Steine; besonders für die Kameen dient der Onix und man führt alsdann das kleine Basrelief auf einer der Schichten aus, indem man die andere als Grund läßt.

Eine der wichtigsten Anwendungen, die aber seit der Erfindung der Perkussionsschlösser mehr und mehr im Abnehmen begriffen ist, ist die der Feuersteine zur Fabrikation der Flintensteine. Die besten Varietäten zu diesem Gebrauch besitzt Frankreich, und lange Zeit hindurch wurde eine sehr große Menge ausgeführt; dieser Handel ist aber später verloren worden. Die größten Flintensteinfabriken finden sich im Departement Loire-et-Cher.

Der Mahlstein oder Mühlenquarz ist gleichfalls ein wichtiger Stoff, nicht bloß als vortrefflicher Baustein zu Bauten, die eine bedeutende Festigkeit erfordern, sondern auch zur Verfertigung von Mahlsteinen, die unvergleichlich gut sind. Von diesem Stein findet sich eine bedeutende Menge im Becken von Paris, von wo sie nach allen Theilen Frankreichs und sogar in das Ausland geführt werden. Die berühmtesten sind die von La Ferte-sous-Jouarre im Departement der Seine-et-Marne.

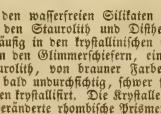
Der Opal wird bloß zu Verzierungen angewandt. Die regenbogenfarbenen Varietäten, die oft sehr hoch im Preise stehen, sind in der Bijouterie sehr gesucht; man schleift manchmal auch gewisse gelbe Varietäten, die man Feueropal und Chirasol nennt. Die versteinerten und opalisirten Hölzer, besonders die Palmen, werden manchmal zu Cacheés, Dosen ꝛc. geschliffen.

Einfach kieselsaure Thonerden.

Die Auflösung ohne Kieselsäure gibt mit Ammoniak einen reichlichen, flockigen Niederschlag, der im kaustischen Kali löslich ist.

§. 235. **Staurolith und Disthen.** — Die kieselsauren Thonerden (Thonerde-Silikate) sind bald wasserfrei, bald Hydrate oder wasserhaltig. Diese letzteren unterscheiden sich besonders dadurch, daß die Säuren ihnen leicht eine gewisse Menge Thonerde entziehen.

Unter den wasserfreien Silikaten muß man sich besonders den Staurolith und Disthen merken, die ziemlich häufig in den krystallinischen Gesteinen, namentlich in den Glimmerschiefern, eingesprengt sind. Der Staurolith, von brauner Farbe, bald durchscheinend, bald undurchsichtig, schwer spaltbar, ist im Allgemeinen krystallisirt. Die Krystalle sind mehr oder weniger veränderte rhombische Prismen (Fig. 1), und häufig zu kreuzförmigen Gruppen vereinigt (Fig. 2 und 3).



Der Disthen, der häufig blau gefärbt ist — ein Grund, warum man ihn auch Cyanit (blauen Talk) nennt, ist ganz unschmelzbar; er findet sich in länglichen, dünnen, an der Spitze übelgestalteten Prismen oder in kleinen strahligen Massen.

Diese beiden Substanzen finden sich oft in dem Glimmerschiefer des St. Gotthards beisammen; der Staurolith für sich allein in der Bretagne, in den Thonschiefern, und der Disthen ebenfalls allein in den Quarzfelsen von Tyrol.

§. 236. **Wasserhaltige Silikate.** — Sämmtliche wasserhaltige Silikate sind dichte, sehr zarte, manchmal durchscheinende und harzglänzende, meistens undurchsichtige und matt angelaufene, in einen erdigen Zustand übergehende Stoffe. Man findet unter ihnen keine regelmäßig krystallisirte Körper, und nur durch eine genaue Analyse kann man sie voneinander unterscheiden. Sie kommen als kleine Nester in gewissen Erzlagern, als Kerne in gewissen Mandelsteinen, als Nieren in Kalkfelsen verschiedener Epochen, oder in sandigen Stoffen, welche die Schichten derselben voneinander trennen. Ein großer Theil von ihnen bildet die Ablagerungen und Schichten von Thonsubstanzen, die man oft in den Flötzgebilden findet, wo sie häufig mit einer größeren oder geringeren Menge sandiger Stoffe gemengt sind. Zu dieser Gruppe gehören die meisten Stoffe, die man Thone nennt, sowie auch die mit dem Namen Ackererde, Dammerde, Gartenerde u. s. w., bezeichnete Bauerde.

§. 237. **Anwendung des Thons.** — Die erdigen wasserhaltigen Thonerde-Silikate, die sich in ziemlich beträchtlichen Ablagerungen auf der Erdoberfläche finden, sind im hohen Grade nützliche Stoffe; denn einerseits halten sie da und dort die Regenwasser auf, die in die Flötzablagerungen hineinsickern und nöthigen sie als Quellen wieder auszutreten (§. 198). Andererseits finden sie in den Künsten und Gewerben eine sehr häufige Anwendung, besonders bei der Fabrikation der Ziegeln und der verschiedenen Töpferwaaren, welche Gegenstände von hoher Wichtigkeit sind, unendlich vielen Familien ihren Lebensunterhalt sichern, und welche der Reiche so gut als der Arme täglich bedarf. Die gröberen Thonarten dienen zu den gewöhnlichen Töpferwaaren; die feineren werden dagegen zu sogenannten Pfeifenerden oder englischen Erden und zu gewöhnlichem Porzellan, das aber sehr stark im Gebrauch ist, angewandt. Die schönern Porzellanwaaren werden dagegen aus einer besondern Erde verfertigt, die aus einer Zersetzung des Feldspathes herrührt und Kaolin genannt wird.

Die Walkererde ist nur noch ein kalkhaltiger Thon, der sich fett anfühlen und mit dem Nagel glätten läßt, sich im Wasser erweicht und diese Flüssigkeit mehr oder weniger seifig macht. Sie ist von der größten Wichtigkeit für die Tuchfabrikation, wo man sie zur Entfernung des Oeles aus dem Gewebe anwendet, mit dem man die Wolle tränken mußte, um sie zur Verarbeitung geeignet zu machen. In England gibt es eine gewisse Walkererde, die sich zu diesem Zwecke vortrefflich eignet, deren Ausfuhr aber verboten ist. Die berühmtesten Varietäten dieses Stoffes sind in Frankreich die von Issoudun (Indre), von Villeneuve und von Septeme (Isere), von Flavin (Aveyron), von Rittenau im Elsaß.

Der Fleckenstein, den man in Paris verkauft, ist ein kalkhaltiger Thon aus der Gypsformation, der zu Monimartre eine dicke Schichte bildet und den man bald allein, bald mit ein wenig kohlensaurem Natron gemengt, das ihm die Eigenschaft verleiht, die durch die Säuren verdorbenen Farben wieder aufzufrischen, anwendet.

Doppelt kieselsaure Thonerden.

Die saure Auflösung enthält neben der Thonerde noch verschiedene Stoffe und bildet daher mit verschiedenen Reagentien Niederschläge.

§. 238. Diese Abtheilung begreift eine ungeheure Anzahl verschiedener Körper in sich, von denen wir nur wenige auf der Tabelle angaben, in so fern wir uns mit den am häufigsten vorkommenden begnügten. Man sieht, daß es wasserfreie und wasserhaltige gibt. Unter den ersteren haben sehr viele eine Basis aus

Kalk, Eisenoxydul und Manganoxydul; andere enthalten Kali, Natron und Lithion. Mehrere unter ihnen haben, obwohl ihre Basis verschieden ist, die gleichen Zusammensetzungsformeln und bilden daher besondere Gruppen oder Gattungen, deren Unterscheidung von Wichtigkeit ist.

Mehrere wasserhaltige Silikate entsprechen wasserfreien; so ist z. B. der Thomsonit nichts anderes als der wasserhaltige Wernerit, und entspricht der Scolezit dem Scolekerose und der Stilbit dem Carnatit. Die meisten haben eine Kalkbasis: bei wenigen ist die Basis ganz alkalisch und selten findet sich darin das Kali. Auch das Eisenoxydul findet sich in diesen Zusammensetzungen, woraus eine Gruppe sehr analoger Körper hervorgeht, die mit dem Namen Chlorite oder Grünerden bezeichnet werden.

In mehreren dieser Körper, sowohl den wasserfreien als den Hydraten, scheint die Thonerde, wie die Kieselerde, die Rolle eines elektro-negativen Körpers zu spielen, so daß die Stoffe als Verbindungen von Silikaten und Aluminiaten betrachtet werden können.

Endlich gibt es auch fieselfaure Thonerden, welche Fluor, Chlor, Borarsäure, Phosphorsäure und Schwefelsäure enthalten, deren Funktionen noch ganz unbekannt sind und aus denen man besondere Gruppen bilden muß.

Um einige Begriffe von diesen verschiedenen Zusammensetzungen zu erhalten, werden wir nach einander die wasserfreien Körper, die Kalk- oder Alkalihydrate, die eisenhaltigen Hydrate, die Verbindungen von Aluminaten und Silikaten, und endlich diejenigen Körper, die Fluor, Borarsäure ꝛc. einschließen, betrachten.

A. Wasserfreie doppelt kieselsaure Silikate.

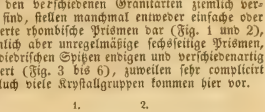
§. 239. Unter den zahlreichen Arten dieser Abtheilung haben wir besonders zu betrachten: die Gruppe, in welcher sich der Kalifeldspath, der Albit ꝛc. finden, welche die gleiche Zusammensetzungsformel haben und das bilden, was man gewöhnlich Feldspath nennt; ferner die Gruppe, an deren Spitze der Grossular steht, der die Granate bildet; die Gruppe des Idokras und die Gruppe Zoisit und Thallit, welche die Epidote bildet. Die erstere dieser Gruppen interessirt uns in so fern, als ihre Arten eine wichtige Rolle in den krystallinischen Gesteinen spielen; die andern, weil sie häufig darin vorkommen. Wir fügen noch den Smaragd hinzu, dessen sehr bekannter Name wünschen läßt, daß man hinsichtlich der Subsstanzen, die ihn mit sich führen, in einige Details eingehe; was aber die andern Subsstanzen betrifft, so verweisen wir auf die speciellen Werke.

Gattung Feldspath.

§. 240. **Allgemeine Charaktere.** — Die Stoffe, die anfangs den Collektivnamen Feldspath erhielten, sind gewissermaßen in den krystallinischen Gesteinen das, was man im Flötzgebirge Kalkstein nennt; man begegnet ihnen darin so zu sagen bei jedem Schritt. Sie bilden darin oft für sich allein ganze Ablagerungen und die Grundmasse der meisten Gesteine, die zu dieser Urformation gehören. Sie werden gegenwärtig in mehrere Arten getheilt, welche sich von einander unterscheiden, bald durch die Natur der zweiten Basis mit derselben Zusammensetzungsformel, wie z. B. der Kalifeldspath, der Albit, der Petalit, der Carnatit; bald durch eine ganz andere Zusammensetzungsformel, wie der Labradorfeldspath, der Nyakolith. Sie schmelzen alle vor dem Löthrohr zu einem weißen Email oder zu einem blasigen Glas; sie lassen sich alle mehr oder weniger leicht spalten, wenn sie sich krystallisirt oder als blätterige Massen finden, oder finden sie sich in einem dichten, derben Zustand, die meisten mit einem mehr oder weniger entschiedenen Fettglanz.

Die sehr zahlreichen und sehr mannigfaltigen Krystalle zeigen beim ersten Anblick unter einander viele Analogien; jedoch lassen sie sich bei dem Kalifeldspath von einem schiefen rhombischen Prisma ableiten und bei dem Albit von einem schiefen Prisma mit einer Basis, die ein schiefwinkliges Parallelogramm darstellt. In dem ersteren gibt es zwei Spaltungsrichtungen, die unter rechten Winkeln zusammentreffen; in dem zweiten finden sich drei, die sich unter andern Winkeln begegnen.

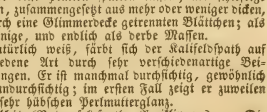
Kalifeldspath (Petrilit; Orthoklas; prismatischer Feldspath). — Die Krystalle des Kalifeldspathes, die in den verschiedenen Granitarten ziemlich verbreitet sind, stellen manchmal entweder einfache oder veränderte rhombische Prismen dar (Fig. 1 und 2), gewöhnlich aber unregelmäßige sechsseitige Prismen, die in diedrischen Spitzen endigen und verschiedenartig verändert (Fig. 3 bis 6), zuweilen sehr complicirt sind. Auch viele Krystallgruppen kommen hier vor.



Der Kalifeldspath erscheint oft auch unter kugelförmigen Gestalten, die in derbem, mehr oder weniger durch fremdartige Substanzen verunreinigtem Kalifeldspath stecken und sich manchmal davon ablösen können. Diese zuweilen ziemlich große Kügelchen sind im Allgemeinen von dem Mittelpunkt nach der Oberfläche hin gestreift. Sonst findet man diese Substanz noch als blätterige Massen, die sich in mehr oder weniger dicke Platten spalten lassen; als schiefrige Massen, zusammengesetzt aus mehr oder weniger dicken, oft durch eine Glimmerdecke getrennten Blättchen; als feinkörnige, und endlich als derbe Massen.

Natürlich weiß, färbt sich der Kalifeldspath auf verschiedene Art durch sehr verschiedenartige Beimengungen. Er ist manchmal durchsichtig, gewöhnlich aber undurchsichtig; im ersten Fall zeigt er zuweilen einen sehr hübschen Perlmutterglanz.

Albit (Natronfeldspath, Periklin ꝛc.). — Die Albitkrystalle, die gewöhnlich kleiner sind als die des Kalifeldspathes, zeigen sich gleichfalls als Prismen mit diedrischen Spitzen, die aber an den Kanten und Ecken ungleichmäßig verändert sind (Fig. 1 bis 4), was ihre Beziehung zum schiefwinkligen System zeigt. Sie sind häufig in umgekehrter Richtung mittelst ihrer Seitenflächen aneinander gruppirt, und die Flächen der Spitzen bilden alsdann unter sich sehr stumpfe Winkel.



Der Albit kommt auch blätterig, körnig, manchmal faserig und handförmig, oder endlich derb vor.

Petalit. — Diese Substanz hat noch dieselbe Formel, wie die vorhergehenden, schließt aber auch Lithion ein. Sie findet sich nur als eine blätterige

Masse, die sich in vierseitige Prismen spalten läßt und die äußerlich eine große Aehnlichkeit mit dem Kalifeldspath hat. Man kann sie noch als vereinzelte Blöcke auf der Insel Uö in Südermannland. Sie scheint den Pegmatitablagerungen angehören zu müssen.

Der Petalit ist eine der Substanzen, die zur Darstellung des Lithions benützt werden kann; doch wendet man zu diesem Zwecke noch specieller eine gewisse Substanz an, welche ihn begleitet, welche man Triphan nennt und welche 8 bis 9 Procent Lithion enthält. Der Triphan ist blätterig, grün-, fett- und ein wenig perlmutterglänzend, schmilzt vor dem Löthrohr, und mit Natron auf einem Platinblättchen behandelt, beschert er dieses Metall sehr stark.

Garnatit. — Hier vertritt der Kalk in der Zusammensetzung die Stelle der Alkalien; man erkennt nur sehr kleine rectanguläre Krystalle in der Substanz, die übrigens auch in der Zusammensetzung der Granite und Gneiße von Coromandel auf der indischen Halbinsel einzutreten scheint. Diese Substanz unterscheidet sich von den vorhergehenden dadurch, daß sie, wie die nachfolgende, unmittelbar von den Säuren angegriffen wird.

Labradorfeldspath (Labrador, oder Feldspath u. s. w.). In diesem Mineral findet man noch dieselben Elemente, nur in andern Proportionen; d. h. 3 $Al\,Si^2 + Ca\,Si$, anstatt 3 $Al\,Si^3 + Ca\,Si^3$. Dieser Stoff ist gleichfalls unmittelbar in Säuren löslich. Er findet sich an der Küste von Labrador, im nördlichsten Theil von Amerika in isolirten Stücken, die sich in schiefe Prismen spalten lassen. Das Hervorstechendste an dieser Substanz ist das prachtvolle Farbenspiel, das sich mit der Neigung des Steines gegen das Auge verändert. Es scheint, daß gewisse Basalte und Laven den Labradorfeldspath zur Basis haben, was man wegen der Leichtigkeit, womit diese Stoffe von Säuren angegriffen werden, vermuthet.

Anorthith. — Diese Substanz stellt Krystalle dar, welche man glasige Feldspathe nennt, weil sie einen besondern Glanz haben und gewöhnlich wie Glas, das, nachdem es erhitzt und schnell abgekühlt wurde, rissig geworden ist. Diese Krystalle haben noch viele Aehnlichkeit mit denen des Kali- und Natronfeldspathes, und finden sich in den derben und erdigen Trachyten eingesprengt, von denen sie sich zuweilen ganz leicht ablösen, wie es z. B. am Mont-Dore und am Drakenfels der Fall ist; oder auch in verschiedenen Porphyrarten und namentlich in den glasartigen Stoffen, die wir unter dem Namen Perlstein ꝛc. kennen lernen werden.

§. 241. **Vorkommen.** — Der Kalifeldspath findet sich oft in den verschiedenen krystallinischen Gesteinen als mehr oder weniger große Krystalle, die häufig durch die Verwitterung der einschließenden Substanzen bloßgelegt werden, so daß man sie alsdann leicht davon ablösen kann. Sehr deutliche Krystalle finden sich auch in den Höhlen und Rissen dieser Gesteine.

Wir haben bereits diese Substanz als wesentlichen Bestandtheil der verschiedenen Granit- und Gneißarten angegeben (§. 133, Anmerkung), welche die Hauptgesteine der großen krystallinischen Ablagerungen sind. Der Quarz tritt gleichfalls in die Zusammensetzung dieser Felsarten ein; jedoch fehlt er in verschiedenen Ablagerungen ganz, und nur ein kaum körniger Kalifeldspath und Glimmer bleibt darin; daraus gehen nun Gebirgsarten hervor, die man Weißsteine (Felsite, Granulite ꝛc.) nennt und als granitartige und schieferige unterscheidet.

Der krystallisirte Kalifeldspath verbindet sich oft mit der Hornblende (§. 267), woraus ein Gestein hervorgeht, das beim ersten Anblick eine große Aehnlichkeit mit dem Granit hat und Syenit genannt wird; dieser bildet noch sehr große Ablagerungen in verschiedenen Gegenden, oder besondere Gänge in den andern Ablagerungen. Derb, bildet diese Substanz auch für sich allein Schichten und beträchtliche Lager. Oft findet sie sich mit getrefften Kügelchen erfüllt, die sich an den Massen durch eine andere Farbe erkennen lassen, und die man besonders alsdann bemerkt, wenn sie sich in einem gefärbten Bindemittel oder Cäment eingeschlossen finden. Daraus geht das hervor, was man Blatternsteine oder Variolite nennt, weil jedes Kügelchen auf der Oberfläche der abgerundeten Stücke eine Erhabenheit bildet, wie die Blattern der Pocken. Andern Orts sind es anstatt der in eine dichte Masse eingestreuten Kügelchen entweder Kalifeldspath- oder Natronfeldspathkorner, die sich durch eine hellere Farbe unterscheiden und auf der sie einschließenden Masse Flecken in Form von Parallelogrammen bilden. Man hat alsdann Porphyre, die man durch die Farbe ihres Grundes unterscheidet; es gibt nämlich braune, rothe, grüne, schwarze ꝛc. Die eingestreuten Krystalle sind bald groß, bald klein, oft weiß, und in allen Fällen weniger dunkel als die übrige Masse. Die Porphyre sind ein Gestein, das immer noch sehr häufig, nicht allein in den krystallinischen Formationen, sondern auch in gewissen Flötzablagerungen vorkommt, durch welche hindurch es zu Tage tritt.

Der Natronfeldspath zeigt beinahe die nämlichen Umstände, wie der Kalifeldspath; man findet ihn krystallisirt in den Rissen der Granitfelsen, namentlich des Protogyns (§. 233), oder auch in gewisse Porphyre mit einer Grundmasse von Kalifeldspath eingebacken. Auch bildet er verschiedene Felsarten, wenn er sich mit andern Substanzen vereinigt; so bildet er mit der Hornblende vereinigt die Diorite, dem Syenit sehr ähnliche Gesteine, die durch ein inniges Gemenge der Elemente in dichte Stoffe von grüner oder schwarzer Farbe und einem gleichartigen Ausehen übergehen, die man als Gänge, sowohl in krystallinischen Gebirgen als Flötzgebirgen, ferner als Lager oder unter der scheinbaren Form von Schichten findet. Diese dichten Diorite bilden das Bindemittel der verschiedenen grünen Porphyrvarietäten. Im dichten Zustand verbindet er sich mit dem Smaragdit (siehe §. 265) und bildet den Gabbro.

Der Natronfeldspath bildet in gewissen Gegenden den größten Theil der Gesteine, die man mit dem Namen Trachyt bezeichnet und die sich über einen beträchtlichen Theil der Erdoberfläche ergossen haben. Solche Trachyte sind die von Ungarn, sowie die der Andes, weßhalb der Trachyt auch Andesit genannt wird.

Was vom Kali- und Natronfeldspath gesagt wurde, läßt sich auf den Labradorfeldspath anwenden. Mit dem Pyroxen (Augit) den Dolerit, ein dem Diorit und Syenit ähnliches, bald granitartiges, bald dichtes Gestein, das alsdann einerseits die Basalte und die meisten Laven, anderseits die Porphyre mit einer schwarzen Grundmasse, die man Melaphyre nennt, darstellt.

Der Rakolith, der als Krystalle in vielen porphyrartigen Gesteinen eingewachsen ist, bildet manchmal auch für sich allein ganze Trachytfelsen; so bildet er z. B. das Bindemittel, die Grundmasse der Trachyte in der Auvergne, des Siebengebirges ꝛc.

§. 242. **Anwendung.** — Gewisse Varietäten des Kalifeldspathes, die bei einem Perlmutterglanz mehr oder weniger durchscheinend sind, werden in der Bijouterie unter dem Namen Mondstein benützt, wovon die schönsten von Ceylon kommen. Sonnenstein nennt man eine ähnliche Varietät, angefüllt von kleinen Glimmerflitterchen, die weit seltener ist und sehr hoch im Preise steht. Ein blätteriger Feldspath, der eine schöne grüne Farbe zeigt und unter dem Namen

Amazonenstein bekannt ist, wird zu Dosen, kleinen Fußgestellen, Uhrgehäusen ꝛc. verarbeitet.

In großen Städten, wohin der Granit leicht gefahrt werden kann, wendet man ihn auch zu Grenzsteinen, zu den Einfassungen der Trottoirs an; dieses nämliche Gestein wurde nebst den verschiedenen Spenit- und Porphyrarten von den Alten zu Säulen, Badbecken, zu Begräbnisurnen, zu Tafeln ꝛc. gebraucht, die man noch in neuern Gebäuden sieht; man nennt dies ziemlich uneigentlich harten Marmor. Diese Gegenstände verfertigt man aber nicht wohl mehr in unsern Tagen, weil die Kosten des Schnittes und des Schleifens des Granites, Spenites und Porphyrs hoch zu stehen kommen; man verfertigt daraus bloß einige wenige Platten, Fußgestelle, kleine Säulen und Gefäße (Urnen ꝛc.), welche sich selbst Privatleute wegen ihres hohen Preises selten anschaffen. Einer der schöneren Stoffe dieser Art ist der sogenannte Kugelgranit von Corsika. Dieser Granit ist ein Gestein aus Feldspath und grüner Hornblende, in welchem man große strahlige Kugeln mit concentrischen, aus diesen beiden Stoffen gebildeten Schichten findet. Was man Kugelporphyr von Corsika nennt, ist ein dichter, gelblicher oder bräunlicher Feldspath, in welchem sich auch große, aus derselben Substanz bestehende Kügelchen finden, die vom Mittelpunkt nach der Oberfläche gestrahlt sind; obgleich dieser Stoff gewiß sehr schön ist, so steht er dennoch den ersteren weit nach. Man könnte den Feldspath wegen seiner Schmelzbarkeit an manchen Orten zur Fabrikation des weißen Glases benützen; doch ist mir nicht bekannt, daß man ihn zu diesem Zwecke schon angewandt habe; die Perlsteine, von denen sogleich die Rede sein wird, werden aber benützt; das weiße Glas, das sie geben, besitzt einen ziemlich hohen Grad von Dauerhaftigkeit.

§. 243. Anhang zu den Feldspatharten. Dem Feldspath muß man hier viele Stoffe anreihen, deren Zusammensetzung noch nicht sehr bekannt ist, die aber beinahe die nämlichen Elemente einschließen, wie der Feldspath, und, wie dieser, sich zu einem weißen Email schmelzen lassen. Diese Stoffe sind der Obsidian, Marekanit, Perlstein, Sphärolith und Bimsstein, die alle, sowie der Retinit und seine verschiedenen steinartigen Modifikationen den Trachytablagerungen angehören, welche man als Gänge oder als Lager in den untern Flötzgebilden findet.

Die Obsidiane sind glasige, gewöhnlich schwarze Stoffe, die im Feuer beinahe immer sehr stark blasig werden und in der Natur in blasige Bimssteine übergehen. Der Perlstein ist ein Stoff mit einer schaligen Struktur, der mehr oder weniger perlmutterglänzend ist, was von seiner glasigen Beschaffenheit herrührt. Der Marekanit zeigt sich in dem Perlstein als mehr oder weniger glasartige Kügelchen, und der Sphärolith in eben diesem Minerale als steinartige Kügelchen, die vom Mittelpunkt aus nach der Oberfläche strahlig sind. Der Bimsstein knüpft sich an diese beiden Stoffe und sonst noch an viele andere Trachytablagerungen. Er kommt hauptsächlich als mehr oder weniger große Stücke vor, welche sehr große Ablagerungen, Bimssteinconglomerate genannt, bilden, die offenbar durch die Gewässer in vielen Fällen um die Trachytgruppen herum zerstückelt worden sind.

Die Pechsteine sind dem Princip nach glasige Stoffe, die sich im Kohlen- und rothen Sandstein finden (§. 137, Anm.) und in Verbindung mit den Porphyrablagerungen stehen. Sie gehen nie in Bimsstein, wohl aber in steinartige Stoffe, in Melaphyre ꝛc. über.

§. 244. Natürliche Zersetzung. Die feldspathartigen Substanzen, so wie mehrere Stoffe, die sich als Anhang an dieselbe knüpfen, finden sich in der Natur auch zersetzt oder verwittert und in eine erdige Masse verwandelt. Es handelt sich aber hier nicht bloß von einer Zersetzung, denn genannten Stoffen wurde auch ein kieselsaures Kali entzogen, welches in dem Kalifeldspath oder dem Albit die Formel $K Si^3$ oder $Na Si^3$ hat, so daß also ein einfaches Silikat $Al Si$ noch übrig ist. Merkwürdig ist es nun, daß das erstere dieser Silikate im Wasser bei 200° löslich ist, und daß bei dieser Temperatur der Feldspath in zwei Körper sich zersetzt, wovon der eine $Al Si$ unlöslich, der andere löslich ist.

Diese in theoretischer Beziehung wichtige Bemerkung kann zu der Idee Veranlassung geben, daß die Zersetzung nicht täglich, wie man glaubte, geschieht, und daß sie selbst im Innern der Erde vor der Hebung dieser Massen unter einem Druck von ungefähr 15 Atmosphären Statt fand.

Wie dem auch sei, genug, der Kalifeldspath, der Albit und der Bimsstein kommen häufig zersetzt vor, und bilden Substanzen, die einander ziemlich ähnlich sind und im Allgemeinen Kaolin oder Porzellanerde genannt werden. Dieses Kaolin ist eine Art Thon, den man zur Porzellanfabrikation anwendet. In Frankreich finden sich große Ablagerungen dieser Substanz im Limousin, namentlich in der Gegend von Saint-Yrier, was auch zu den zahlreichen Fabriken des Landes Veranlassung gab. Das Porzellan, hauptsächlich dasjenige, das man im großen Feuer brennt, ist nicht nur ein sehr schönes, sondern auch ein sehr hartes Töpfergeschirr; und damit nichts daran fehle, so ist die Glasur der nicht veränderte Feldspath selbst, den man alsdann mit dem Namen Petunze bezeichnet.

Gattung Granat.

§. 245. Granate nennt man Stoffe, die im kubischen System krystallisiren und im Allgemeinen Rautendodecaeder und Trapezoeder darstellen, sich alle durch den Quarz ritzen lassen, vor dem Löthrohr schmelzen und in ihrer Zusammensetzung die gleiche Formel haben, obgleich die einen Kalk, die andern Manganoxydul ꝛc. zur Basis haben. Oft sind alle diese Verbindungen in einem und demselben Krystall beisammen, und sind die Farben in Folge dieser Mischungen sehr verschiedenartig. Meistens sind sie mehr oder weniger dunkelroth gefärbt, besonders ist dies bei dem Almandin der Fall; aber auch gelbe und grüne Granate gibt es, welches gewöhnlich Grossulare sind, oder auch braune und schwarze, die den Spessartin und den Melanit bilden.

Die Granate sind fast immer krystallisirt und dann in großer Menge in den verschiedenen krystallinischen Gesteinen, hauptsächlich im Glimmerschiefer, Gneiß, Pegmatit, Thonschiefer und den Serpentinkessen eingewachsen (siehe weiter unten). Seltener finden sie sich in den Kalkfelsen, die in der Nähe der krystallinischen Gesteine liegen. Auch findet man sie in den Trachyt- Basallablagerungen und in den neueren Vulkanen; in diesen letzteren haben meistens die Granate das Eisenoxyd zur Basis, und bilden die Species, die man Melanit nennt.

Man findet auch den Granat als kleine Massen mit einer mehr oder weniger feinkörnigen Struktur, und selbst derb und steinartig, wo er manchmal im Glimmerschiefer kleine Schichten bildet.

Die verschiedenen rothen Granaten sind in der Bijouterie sehr gesucht, die feuerrothen oder in's Veilchenblaue spielenden, schön dunkel gefärbten werden syrische Granate, orientalische Granate genannt, und bilden wahrscheinlich das, was die Alten Karfunkel nannten; solche Granate, deren Roth mehr oder weniger in's Orangegelbe

spielt, werden mit dem Namen Hyacinth bezeichnet. Alle diese Steine sind oft ziemlich theuer.

Idokras (Vesuvian).

§. 246. Die Idokrase sind den Granaten ziemlich ähnliche Stoffe, unterscheiden sich aber von ihnen in Beziehung auf die Proportionen der Bestandtheile, und krystallisiren als quadratische Prismen. Unter ihnen gibt es, wie unter den Granaten, Körper mit verschiedenen Basen, die aber immer mehr oder weniger mit einander gemischt sind. Im Allgemeinen besteht ihre Basis aus Kalk und Eisenoxydul, und haben sie eine grüne oder braune Farbe; zuweilen bildet Magnesia die Basis, in welchem Fall sie weiß oder gelblich aussehen; mit einer Basis von Kupferoxyd zeigen sie eine blaue Farbe und heißen Cyprine.

Diese Stoffe, die man am häufigsten krystallisirt, aber auch als strahlige, faserige, körnige und derbe Massen findet, kommen in den nämlichen Gesteinen, wie die Granate, und häufig mit ihnen vor. Man findet viele in den Dolomitblöcken und Dolomitstücken, die in den Agglomeraten erstirren, von denen die Grundlage des Vesuvs, oder das, was man die Somma nennt, umgeben ist. Manchmal bilden sie, gleich dem Granat, dünne Schichten im Glimmerschiefer, hauptsächlich in Piemont.

§. 247. Das Cerin, welches dieselbe Formel, wie der Idokras darbietet, und vielleicht, wie dieser, in quadratischen Prismen krystallisirt, ist eine dunkelbraune Substanz, welche in das Glas schneidet und zufolge der bekannten Analysen 28 Procente Cerium enthält. Es findet sich in den Kupferbergwerken von St. Gorans bei Rhyddarhytta in Schweden, nebst dem einfachen wasserhaltigen Stilkat oder Cererit, das rothbraun aussieht und 68 Procent Cerium enthält (§. 271). Dieses ist häufiger als jenes und beinahe das einzige, welches in den chemischen Laboratorien zur Darstellung des Ceriums angewandt wird.

Gattung Epidote.

§. 248. Die Epidote finden sich in zwei Arten getheilt, wovon die eine — der Zoisit, mit einer Kalkbasis grau ist; die andere aber — der Thallit, mit einer Basis von Eisenoxydul eine dunkelgrüne Farbe zeigt. Dieser letztere ist gewöhnlichere und kommt sehr häufig in den Granitgesteinen der Alpen vor. Er stellt gewöhnlich längliche Prismen dar, die in der Regel zusammengehäuft sind und strahlige Massen bilden, welche die Spalten der Felsen ausfüllen. Auch findet er sich manchmal in ausnehmend dünnen Fäden, welche eine Art Amiant oder Asbest bilden, weßhalb man ihn auch Amianthoid nannte. Im derben Zustand mischt er sich manchmal mit Quarz und setzt mehr oder weniger mächtige Schichten oder Lager zusammen. Auch kleine, in die Felsen eingestreute Nester bildet er, und kleine Nieren in den Mandelsteinen.

Man kennt diese Substanz fast überall: in Frankreich in der Umgebung des Marktfleckens Disan lieferte sie schöne, strahlige Massen. In Schweden und Norwegen bilden oft die Eisenerze der krystallinischen Formationen schöne und mehr oder weniger große Krystalle dar.

Smaragd. — Beryll, Aquamarin.

§. 249. Eine glasartige, als Säulen mit einer regelmäßig sechsseitigen Grundfläche krystallisirt, die den Quarz ritzt, dagegen aber vom Topas geritzt wird. Schmilzt vor dem Löthrohr zu einem weißen Email. Enthält Beryllerde. Diese Substanz findet sich in der Regel krystallisirt und immer herrscht das sechsseitige Prisma vor. Dieses endigt sehr selten in Pyramiden, findet sich aber häufig entformt und wird cylinderförmig. Die omorphe Theile, die man zuweilen in den Sammlungen antrifft, sind Fragmente von großen Prismen.

Die Farben sind mannigfaltig; es gibt durchsichtige bis undurchsichtige und farblose Smaragde; andere sind gelb, bouteillengrün und blau. Selten zeigen sie ein schönes Grün, das alsdann von Chromoxyd herrührt.

Vorkommen. — Der Smaragd findet sich gewöhnlich in Gesteinen eingewachsen; besonders gehört er dem Pegmatit, einer Granitart, an. Manchmal findet man ihn im Gneiß. Der schöne grüne Smaragd kommt in Peru in einem mit Kalksteinen verbundenen Thonschiefer vor. Ziemlich häufig liegt der Smaragd außerhalb des Gesteines in sandigen Ablagerungen, die von der Zerstörung oben genannter Gebirgsarten herrühren. Er ist ziemlich gemein; so findet er sich z. B. in Frankreich in großer Menge in den Pegmatiten von Limousin, und nicht selten findet man ihn in diesem Lande in Steinstücken, die zum Straßenbeschlag dienen.

Anwendung. — Man benützt in der Bijouterie den grünen Smaragd von Peru, gewisse bläuliche Varietäten, die man Aquamarin nennt, und die gelblichgrüne, die den Namen Beryll tragen. Nur der erstere hat einigen Werth; er steht selbst sehr hoch im Preis, wenn er ziemlich groß ist und keinen Fehler zeigt.

B. Wasserhaltige doppelt kieselsaure Thonerden, mit einer Basis von Kalk oder einem Alkali.

§. 250. Sämmtliche Stoffe aus dieser Gruppe haben unter sich eine große Aehnlichkeit, und sind anfangs in eine einzige Art, Zeolith genannt, vereinigt worden, weil sie vor dem Löthrohr unter Aufbrausen schmolz. Calcinirt, geben sie alle Wasser frei, weil sie Hydrate sind; sie lösen sich alle zu einem Gelee in den Säuren, sowohl in der Kälte, als in der Wärme behandelt; beinahe alle haben eine Kalkbasis, daher gibt die Auflösung mit oxalsaurem Ammoniak entweder vor oder nach der Abscheidung der Thonerde einen Niederschlag. Sie sind gewöhnlich weiß und bloß die und da durch beigemengtes Eisenoxyd ins Rothe gefärbt. Ihre Härte beträgt wenig, denn beinahe keines vermag das Glas zu ritzen.

In Beziehung auf die Krystallisation gehört eine einzige dieser Substanzen, der Analzim, dem tubischen System an und bietet darin die meisten Modifikationen dar; eine andere, der Schabasit, findet sich in Rhomboedern, die beinahe Würfel sind, und der Hydrolith als ein regelmäßiges, sechsseitiges Prisma. Zwei andere, nämlich der Skolezit und Thomsonit beziehen sich auf das Prisma mit quadratischen Grundflächen; mehrere auf das gerade rectangulare oder rhombische System: so der Stilbit und der Mesotyp; und drei auf das schiefe prismatische System, wie der Laumontit, Heulandit, der Brewsterit. Man kann sie demnach leicht von einander unterscheiden, wenn sie krystallisirt sind; finden sich aber häufig als kleine, faserige Massen, in welchem Falle bloß noch eine genaue Analyse die Unterscheidung möglich macht.

Fügen wir jetzt noch die Bemerkung bei, daß sich diese Stoffe auf dieselbe Weise und oft zusammen vorkommen. Sie gehören im Allgemeinen den Mandelsteinen, dem Basalt, den Basalttuffen an und füllen nicht selten die Höhlen an, in denen sie sich finden.

Einige finden sich jedoch auch in den Spalten des Protogyns: so der Stilbit und Laumontit, oder in den Erzgängen, welche die beiden eben angeführten Substanzen und außerdem noch den Harmotom und Brewsterit einschließen.

Die gewöhnlicheren dieser Substanzen sind der Mesotyp, der Skolezit, der Analzim, der Schabasit

und der Stilbit. Auch trifft man diese am häufigsten in den Mineraliensammlungen an.

C. Chloritische kieselsaure Thonerden.

§. 251. Die Stoffe, die man ihrer Farben wegen Chlorite oder grüne Erden, Grünerden, nannte, schließen alle eine mehr oder weniger große Menge eines eisenoxydhaltigen Silikates ein; am öftesten ist dieses Silikat mit verschiedenartigen kieselsauren Thonerden verbunden. Manchmal besteht es auch für sich allein, oder eher noch mit isomorphen Kalk-, Magnesia- u. s. w. Silikaten gemischt, wie z. B. im Chloropal, der Grünerde von Cypern und des Pariser Kalkes. Alle diese Stoffe bilden durch ihre Verbindung eine ziemlich große Anzahl verschiedener Arten, die sich aber äußerlich nur schwierig charakterisiren lassen.

Die Grünerden, seien sie nun thonerdehaltig oder nicht, sind mehr oder weniger feste erdige Stoffe, wovon die einen eine gelblichgrüne, die andern eine blaulichgrüne Farbe, mit allen möglichen dazwischen liegenden Schattirungen, zeigen. Die Chlorite sind aus kleinen Blättchen oder Schüppchen zusammengesetzt, die gewöhnlich dunkelgrün aussehen.

Die Chlorite findet man meistens im Granit; sie zeigen sich reichlich in den Alpen als Nester, Lager und manchmal als Schichten. Die Grünerden finden sich oft in den Mandelsteinfelsen als mehr oder weniger große Nieren, zuweilen in Begleitung der Zeolithe oder der Feuerstelnnieren, die sie mit einer mehr oder weniger dicken Schichte umschließen. In nicht unbeträchtlicher Menge kommen sie in dem Sande vor, der der Kreide vorausgeht, und den man deßwegen Grünsand nennt, so wie in den untern Theilen dieser Kalksteinart, die sie mehr oder weniger dunkelgrün färben; sie sind in denselben öfters in Form kleiner Körner verbreitet. Man findet sie auch in der Grundlage der Pariserkalke, bald als kleine Sandschichten zwischen ihren Bänken, bald bloß eingestreut; dann aber enthalten sie öfters keine Thonerde mehr.

Einige grüne, den vorhergehenden sowohl hinsichtlich der äußeren Charaktere als hinsichtlich der Zusammensetzung ähnliche Stoffe bieten Spuren von einer Krystallisation dar; diese sind der Hisingerit und der Sideroschifolith, wovon jeder auch seine besondere Formel hat.

Die Grünerden finden zuweilen in der Malerei eine Anwendung; die berühmteste in dieser Hinsicht ist die Grünerde von Verona (Veronesererde oder Berggrün), die gemahlen und geschlämmt eine sehr gesuchte schöne Farbe gibt; die Grünerden der auf gleiche Weise zubereiteten Kreide liefern ebenfalls eine sehr schöne Farbe.

§. 252. Der Pimelith, welcher kieselsauren Nickel enthält, ist immer ein analoger Stoff, nur von smaragdgrüner Farbe; er begleitet den Chrysopras von Kosemütz in Schlesien.

Der Carpholith, eine faserige, strohgelbe Substanz, ist noch ein anderes Hydrat, wo das Manganoxydul an die Stelle des Eisenoxyduls tritt. Er findet sich im Granit mit dem Fluor zu Schlackenwald in Böhmen.

D. Alumino-Silikate.

§. 253. Hier reicht die Kieselsäure allein nicht hin, um noch die Oxyde nach den bekannten Gesetzen zu sättigen, und man sieht sich zu der Annahme genöthigt, daß die Thonerde selbst in den Verbindungen die Rolle einer Säure spiele, wie wir es bereits in andern Fällen sahen (§. 134).

Wir würden diese Gruppe nicht erwähnen, wenn zwei von denjenigen Substanzen, die sie enthält, nämlich der Chamoisit und das Berthierine nicht abbauwürdige Eisenerze darstellten. Der erstere findet sich in dem Kalkstein vom Chamoison in Wallis und in der Gegend von Quimlin in der Bretagne; die andere ist mit den Eisenerzkörnern der Champagne gemengt, und zwar oft in ziemlich großer Menge, mit denen von Hayange. Beide bestehen in grünlich grauen und bläulich schwarzen Körnern, die dem Magnet folgen.

E. Fluorhaltige doppelt kieselsaure Thonerden, oder verschiedene Glimmerarten.

Dicke Stoffe zeigen Spuren von Fluor, wenn man sie mit einem Phosphorsalz in einer Glasröhre zusammenschmilzt.

§. 254. Glimmer nennt man gewisse Stoffe, die sich in so dünne elastische Blättchen spalten lassen, als man nur immer will, und deren Oberfläche stets sehr glänzend ist; aber bei diesen nicht sehr wichtigen Charakteren wirft man gewiß eine ziemlich große Anzahl sehr verschiedenartiger Substanzen in Eins zusammen.

Es gibt Glimmer, die nur eine Axe mit doppelter Retraction haben (§. 69), welche anziehend bei der einen, und zurückstoßend bei der andern ist (§. 70). Dann gibt es auch Glimmer und dies sind die meisten, die im Gegentheil zwei Axen mit einer doppelten Strahlenbrechung haben und in Beziehung auf die Grade ihrer gegenseitigen Entfernung bedeutend variiren. Diese Charaktere, die leicht zu beobachten sind, weil die Blättchen natürlich in einer zur Axe oder zur Mittellinie der beiden Axen senkrechten Lage sich befinden, zeigen wesentliche Unterschiede in der Krystallisation und offenbar auch verschiedene besondere Arten in jeder Krystallgruppe an.

Nicht weniger verschieden sind sie in ihrer Zusammensetzung; denn einerseits enthalten gewisse Glimmerarten Lithion, andere Kali und eine mehr oder weniger beträchtliche Menge Magnesia; ferner hat man in der großen Anzahl bekannter Analysen eine Menge Abtheilungen und Unterabtheilungen hinsichtlich der relativen Mengen zu bilden. Gewisse Glimmerarten, die dann schwarz oder sehr dunkel gefärbt sind, enthalten sehr viel Eisenoxyd, welches, wie es scheint, die Thonerde ersetzt.

Auch das Fluor, von dem man nicht weiß, welche Rolle es in diesen Körpern spielt, findet sich hier in veränderlichen Mengen von 0,003 bis 0,080; und dennoch fehlt es in keiner der in neuerer Zeit gemachten Analysen, noch in irgend einer der den chemischen Versuchen (§. 99, 6.) unterworfenen Glimmerarten.

Die Magnesiaglimmer, die sich im Allgemeinen milder als die andern anfühlen lassen und weniger elastisch sind, sind beinahe lauter einarige Glimmer, alle übrigen Arten sind zweiarige.

Die Glimmer mit einer Lithionbasis sind oft mit dem Namen Lepidolith bezeichnet worden, weil die kleinen Massen, die sie darstellen, gewöhnlich aus sehr schimmernden, perlmutterglänzenden, weißen, rosenrothen, veilchenblauen, grünlichen Blättchen zusammengesetzt sind, um man sie mit den Schuppen verglich, womit die Flügel der Schmetterlinge besäet sind.

Man findet ziemlich häufig krystallisirten Glimmer, selten aber ganz deutliche, hübsche Krystalle; darunter gibt es solche, die Prismen mit regelmäßigen sechsseitigen Grundflächen darzustellen scheinen; andere sind rhombische, und zwar fast immer schiefe rhombische Prismen, sei es nun, daß die Krystalle entfernt worden, oder sei es, daß sie wirklich den schiefen Systemen angehören. Zuweilen sind die Krystalle zu runden Massen vereinigt, die aus

Schuppen bestehen oder sind es ohne Ordnung zusammengehäufte oder so vereinigte Blättchen, daß daraus Fasern oder bandförmige Bildungen entstehen. Endlich findet sich auch manchmal der Glimmer in ziemlich großen Blättern, welche dem Fensterglas gleichen.

Die Farben variiren vom Schwarzen zum Dunkelgrünen, Braunen und Rothen; vom Weißen zum Grauen, Gelben, Rosenrothen, Violetten ꝛc.

Vorkommen und Anwendung. — Der Glimmer gehört wesentlich dem Urgebirge an. Er bildet einen Bestandtheil des Granits, Gneißes, Glimmerschiefers, Hyalomictes, Leptinites (§. 133, Anmerk., 233, 241), und bildet durch Aufhäufung einer Menge platt abgelagerter Flittern den größten Theil der sogenannten Thonschiefer; diese Flitterchen oder Blättchen bemerkt man noch in dem Griffelschiefer. Er findet sich häufig in mehr oder minder großen Quantitäten in den Kalkfeinablagerungen, die in krystallinischen Gesteinen eingeschlossen sind (§. 218). Auch findet man ihn im Trachyt, Basalt und dem Basaltkuff.

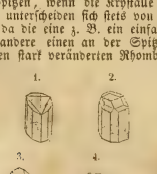
Beinahe alle fadigen Stoffe der Flötzablagerungen schließen Glimmerblättchen ein, die man an ihrem Gold- oder Silberglanz erkennt; es sind dies die Blättchen, die man im gemeinen Leben öfters für Gold oder Silber hielt; selbst der Sand der jüngsten Pariser Ablagerungen ist an gewissen Punkten davon erfüllt und gleichsam daraus gebildet.

Der Glimmer findet nur eine geringe Anwendung; man benützt die großen Blätter als Fensterglas auf den Schiffen der russischen Marine, weßwegen er in Sibirien in großer Menge abgebaut wird. Sonst bildet auch der Glimmer, besonders der Lepidolith den silber- oder goldglänzenden und rosenrothen Staub als Streusand beim Schreiben.

F. Vorhaltige doppelt kieselsaure Thonerden.

§. 255. Diese Arten von Silikaten sind nicht zahlreich, aber es findet sich unter ihnen eine Substanz, die wir nicht mit Stillschweigen übergehen können. Diese Substanz ist der schon seit lange unter dem Namen elektrischer Schörl bekannte Turmalin, einer derjenigen Stoffe, die durch die Wärme polarisch-elektrisch, d. h. an dem einen Ende positiv-elektrisch, an dem andern negativ-elektrisch werden.

Diese Substanz findet sich immer krystallisirt, entweder regelmäßig, oder in verunstalteten Krystallen, die bald für sich allein bestehen, bald zu einer strahligen Masse vereinigt sind; der Bruch ist glasig und zeigt keine Spur von einer Spaltung. Die Krystalle, die mitunter sehr groß sind, gehören dem rhomboedrischen System an, und lassen sich an dem Mangel einer geometrischen Symmetrie erkennen (§. 44, 2). Die sechsseitigen Prismen, die sie oft darstellen, sind nur an drei Seitenkanten verändert (Fig. 1), und die Spitzen, wenn die Krystalle je damit versehen sind, unterscheiden sich stets von einander (Fig. 1 bis 5), da die eine z. B. ein einfacher Rhomboeder, die andere einen an der Spitze oder an den Gipfelkanten stark veränderten Rhomboeder darstellt.



Der Turmalin ist ein sehr merkwürdiger Körper in Beziehung auf das Vermögen, eines der beiden Bilder zu verlöschen, die durch das durch ihn hindurchgehende Licht erzeugt werden, wozu schon eine sehr geringe Dicke, selbst bei ziemlich durchscheinenden Varietäten ausreicht.

Der Turmalin ritzt den Quarz, wird aber selbst wieder vom Topas geritzt. Er schmilzt nur schwer vor dem Löthrohr, wenigstens gilt dies von gewissen Varietäten.

Seine Zusammensetzung ist eben so wenig als die der Glimmerarten bekannt; die Borarsäure, die sich bei allen Analysen findet, variirt in ihrem Gehalt von 0,01 bis 0,09, und völlig unbekannt ist die Rolle, die sie spielt. In den einen kommt Lithion vor, bei den andern Kali oder Natron, manchmal zwei dieser Alkalien, und nicht selten auch Kalk, Magnesia, Eisen- und Manganoxyde und alles dies, ohne daß man eine gemeinschaftliche Zusammensetzungsformel bilden könnte.

Es gibt Turmaline von allen Farben — blaue, mehr oder weniger dunkelgrüne, rothe und schwarze. Die blauen Varietäten nennt man Indigolite und die rothen Rubellite; beide enthalten Lithion und sind nicht selten in einem und demselben Krystall durch wechselsweise Vergrößerungen mit einander gemengt. Die schwarzen Varietäten scheinen Natron und Kali zu enthalten und sind zugleich diejenigen, worin man die meiste Magnesia findet. Diese Varietäten sind die gewöhnlicheren und finden sich in allen krystallinischen Gesteinen eingesprengt. Den Pegmatitenablagerungen gehören insbesondere die blauen und grünen Varietäten an, obgleich sich auch häufig die schwarzen darin finden. Die Dolomite des Sk. Gotthards bieten schöne, hellgrüne dar, die man nicht mehr wo anders findet. Auch die Trümmer der krystallinischen Gesteine schließen große Mengen ein, namentlich finden sich darin diejenigen Turmaline, die man in der Bijouterie benützt; sie kommen uns alle aus Brasilien geschlissen zu, manchmal auch aus Ceylon, wo man sie in den Flüssen neben dem Korund und Spinell auffucht.

Diese Steine sind gewöhnlich nicht sehr in der Bijouterie geschätzt, und die meisten besitzen auch in der That wenig Glanz, da sie fast immer sehr trübe sind; doch gibt es einige blaue, grüne und rothe Varietäten, die hell und durchscheinend genug sind, um bis auf einen gewissen Grad dem Saphir, Smaragd und Rubin gleichen zu können, und alsdann auch ziemlich geschätzt sind. Besonders verkauft sich der rothe, wenn er eine schöne Farbe zeigt und frei von Flecken und Fasern ist, was übrigens sehr selten vorkommt, eben so theuer als der Rubin selbst.

§. 256. Der Axinit, merkwürdig durch seine scharfen, schneidenden Krystalle, welche die Form einer Axt zeigen, woher auch sein Name kommt, und durch seine veilchenblaue Farbe, die er dem Mangan verdankt, bildet ein hübsches Mineral für Sammlungen, besonders was die Varietäten anbelangt, die von Oisan herkommen, wo sich der Axinit in den Spalten der Protogyne findet.

G. Schwefelhaltige doppelt kieselsaure Thonerden.

§. 257. Ein merkwürdiger Umstand, hinsichtlich der Zusammensetzung der Silikate, ist die Gegenwart gewisser Sulfüren in den einen, z. B. im Helvin und Ultramarin und der Sulfate in den andern. Diese Stoffe finden sich darin ohne Zweifel als Verbindungen und spielen die Rolle der positiven Elektricität: so in dem mineralischen Kermes (§. 148), und in verschiedenen Gebilden unserer chemischen Laboratorien.

Die merkwürdigste Substanz aus dieser Gruppe ist das Ultramarin, das man häufig auch Lasurstein (Lapis-lazuli) oder Lazulith nennt; es ist

ein Stoff von einem mehr oder weniger intensivem Blau, der in das Glas schneidet, sich manchmal, wenn auch selten, als Rautendodecaeder krystallisirt findet; läßt sich zu einem weißen Glas schmelzen und löst sich mit Verlust seiner Farbe in den Säuren auf.

Dieser Stoff ist den Granitablagerungen eigen. Man sagt, daß er in Sibirien am Baikalsee, in den kleinen Bucharei, in Thibet und in mehreren Provinzen des chinesischen Reiches vorkomme. Er ist sehr gesucht und immer sehr hoch im Preis, wenn er als eine etwas ausgedehnte Masse vorkommt. Man wendet ihn zu kleinen architektonischen und andern Verzierungen an, und sucht hiezu bald die einfarbigen Varietäten, bald die mit weißen Partien gemischten, und manchmal machen die mit unveränderlichen Pyriten angefüllten (§. 166), die eine goldgelbe Zeichnung auf blauem Grunde bilden, einen ziemlich schönen Effekt.

§. 258. Der **Hauyn** ist gleichfalls eine blaue Substanz, die auf dieselbe Weise krystallisirt, auch seine Farbe bei der Schmelzung und durch die Auflösung in einer Säure verliert; indessen findet man in ihm auch ganz gebildete Schwefelsäure und Thonerde in verschiedenen Proportionen. Diese Substanz erscheint als kleine Nester oder als Krystalle in die Laven, Bafalten und Basaltstuffen und in gewissen Trachytgesteinen eingestreut.

Thonerdefreie Silikate.

Die Auflösung bildet mit Ammoniak keinen gallertartigen Niederschlag mehr, der durch Kali angegriffen wird, sondern präcipitirt durch verschiedene Reagentien auf verschiedene Weisen.

§. 259. Unter den zu dieser Gruppe gehörenden Körpern haben wir besonders die Silikate der Magnesia zu betrachten, von denen die einen wasserfrei, die andern Hydrate sind, z. B. der **Peridot**, der **Talk**, der **Serpentin** und **Diallage**, der **Steatit** und der **Magnesit**, die auf der Erdoberfläche sehr verbreitet sind. Wir besitzen auch einige Doppelsilikate, z. B. den **Diopsit** und der **Sedenbergit**, welche die sogenannte **Pyrorene**, sowie den **Tremolit** und **Actionit**, welche man oft auch unter dem Namen **Hornblende** vereinigt, bildet; diese Substanzen sind, wenn sie auch für sich allein keine großen Ablagerungen bilden, doch sehr häufig in den verschiedenen krystallinischen Gesteinen vorhanden. Diesen Mineralien fügen wir hier noch bei den **Kiesel-Galmey** als **Zinkerz**; den **Zirkon**, der in der Bijouterie eine Anwendung findet; den **Gadolinit**, wo man zum ersten Mal die **Yttria** fand; den **Cererit**, aus dem man fast immer das **Cerium** darstellt; den **Thorit**, der das Thoriumoxyd (Thorerde) enthält.

Peridot. — Olivin, Chrysolith des Vulkane.

§. 260. Der Peridot ist eine glasartige, gewöhnlich grüne Substanz, die kaum in den Quarz schneidet. Ist unschmelzbar vor dem Löthrohr; krystallisirt in verschiedenartig veränderten rectangulären Prismen, findet sich aber am häufigsten als kleine Nieren mit einer körnigen Struktur oder als kleine unregelmäßige Körner. Doch findet sich manchmal der Peridot auch als ziemlich große Nieren und als Körner, die in den Basalt eingestreut sind, ein Gestein, das einigermaßen dadurch charakteristisch wird; zahlreiche Beispiele dieser Art bieten die Basalte von der Auvergne, der Landschaft Velay und besonders der von Vivarais dar. Selten findet man ihn in den Laven. Er existirt weder im Trachyt noch im Granit; dagegen begegnet man ihm in den hohlen Räumen des Meteoreisens von Sibirien (§. 136), und selbst mehrere Meteorsteine schließen einige Körner von dieser Substanz ein.

Man benützt zuweilen den Peridot in der Bijouterie; er ist aber im Allgemeinen ein wenig gesuchter Stein; indessen macht ihn doch seine gelbgrüne und ziemlich glänzende Farbe hübsch, wenn er gut geschliffen ist.

Talk, Steatit und Magnesit.

§. 261. Der **Talk.** — Eine grünliche, weißliche oder gräuliche Substanz, die gewöhnlich blätterig ist, sich in dünne Blätter spalten läßt und alsdann dem Glimmer ziemlich analog ist. Chemisch unterscheidet er sich von dem letzteren durch das Nichtvorhandensein der Thonerde, und in physikalischer Hinsicht darin, daß er sich milde und fettig anfühlen läßt, und die Blätter weniger elastisch sind. Diese Substanz läßt sich leicht mit dem Nagel ritzen und schmilzt sehr schwer vor dem Löthrohr. Den Talk kennt man auch als kleine, aus Schuppen zusammengesetzte Massen; manchmal ist er derb; dann aber verwechselt man ihn auch oft mit dem **Steatit**, der sich von ihm dadurch unterscheidet, daß er kein Wasser enthält.

Der Talk bildet keine große Massen; findet sich als Lager, sogar als Gänge in verschiedenen krystallinischen Gesteinen und in den Kalkfelsen, die darin eingeschlossen sind. Es ist hier zu bemerken, daß man mit diesem Namen nicht selten die sehr talkerdehaltigen Glimmer bezeichnet, die sich in den Protogynen der Alpen finden; auf diese Glimmer beziehen sich Alles, was man als krystallisirten Talk angegeben hat.

§. 262. **Steatit.** — Der Steatit, den man auch **Briançoner Kreide** nennt, ist eine außerordentlich ölige und fett anzufühlende, entweder dichte oder feinschuppige Substanz, die man manchmal unter Formen findet, die entweder dem Bergkrystall oder dem kohlensauren Kalk entlehnt und gewöhnlich in dichten Steatit gehüllt sind. Diese Substanz ist nur ein Talkhydrat, welches sein Wasser durch die Calcination abgibt; sie findet sich in den nämlichen Gesteinen, nur in größerem Reichthume. Gewöhnlich gewinnt man ihn zu Briançon, um daraus den festen Staub zu bilden, den man zum Schlüpfrigmachen der Schuhe und Stiefel gebraucht und den auch die Schneider anwenden, wenn sie den Schnitt eines Kleides auf das Tuch aufzeichnen wollen.

§. 263. **Magnesit.** — Auch dieser ist ein Talkhydrat, aber sein Wassergehalt ist weit größer. Anstatt fett zu sein, fühlt sich der Staub trocken an; übrigens ist der Stoff mehr oder weniger erdig und immer sehr mild, gewöhnlich weißlich oder gräulich.

Der Magnesit findet sich im Serpentin, worin er Adern und Nieren bildet, wie z. B. in Piemont; kommt aber auch in den obern Flözablagerungen vor, besonders in den Flußkalkfelsen; so in der Umgegend von Paris, zu Salinelle bei Montpellier und bei Madrid in Spanien; überall ist er von kieselsauren Substanzen, namentlich vom Opal begleitet, und die erdige Masse, welche die Meniliten (§. 233) von Menilmontant bei Paris einhüllt, ist beinahe ganz daraus gebildet. Gewisse gleichartige, dichte Massen, die von Kleinasien kommen, werden unter dem Namen **Meerschaum** zur Fabrikation von Pfeifen angewandt, die in der Levante sehr geschätzt und immer sehr theuer sind.

Serpentin und Schillerspath (Diallage).

§. 264. **Serpentin.** — Sowohl der Serpentin als der Schillerspath sind kieselsaure Talkerde, verbunden mit den Hydraten gleicher Basis; auch lösen sich die meisten von ihnen zum Theil in Säuren auf. Gewisse Substanzen aus dieser Gruppe sind, wie man auf der Tabelle sehen kann, **Bisilikate**; die andern wasserhaltige Talke.

Der Serpentin ist eine dichte, zarte, aber zähe Substanz mit einem mehr oder weniger splitterigen Bruch und einem Fettglanz. Sein Staub und oft auch die Masse selbst fühlt sich gewöhnlich milde an. Wird vor dem Löthrohr beinahe gar nicht flüssig; er schmilzt sehr schwer und zwar nur an dem Rande sehr

dünner Schuppen. Er wird hart, indem er das mit ihm verbundene Wasser verliert. Die gewöhnlich trüben Farben des Serpentins variiren von grün bis schwarz, oder dunkelbraun; nicht selten finden sich alle Farben als Flecken, Adern an einem und demselben Exemplar beisammen, was dem Stoff einige Aehnlichkeit mit einer Schlangenhaut gibt, woher denn auch der Name Serpentin kommt.

Edle Serpentine nennt man solche Varietäten, deren Farben lebhafter sind und mehr hervortreten, und die bis zu einem gewissen Grad durchscheinend sind.

Es ist wohl zu bemerken, daß man unter dem Namen Serpentin nicht selten sehr verschiedene Stoffe zusammenfaßt; wenn sie alle sehr talkerdehaltig sind, so sind die relativen Mengen an Kieselsäure und Talkerde, oder Talkerdehydrat sehr verschiedenartig. Dies bildet den Marmolith, den Pikrolith, das Pikrosmin, den Pyrallolith, die man schon davon getrennt hat. Es gibt selbst solche, die mehr oder weniger Thonerde einschließen und noch besondere Arten bilden müssen.

Die Serpentine finden sich in allen geologischen Stellungen. Oft kommen sie mitten in den krystallinischen Ablagerungen vor, sei es nun allein für sich, sei es mit Kalksteinen, die darin eingeschlossen sind, und bilden einen zusammengesetzten Marmor (§. 220). Wo anders in größerer oder geringerer Entfernung von den gewöhnlichen krystallinischen Ablagerungen stehen sie in Verbindung mit Kalken verschiedenen Alters, die selbst manchmal ziemlich neu zu sein scheinen; sie bilden mehr oder weniger hohe Hügel, wovon man dann oft eine gewisse Anzahl auf einer und derselben Richtung sieht, und in deren Nähe sich oft Gyps findet (§. 178).

Diese Stoffe sind nicht selten auf der Erdoberfläche; es kommen deren in der Bretagne, in Limousin, in den Pyrenäen vor; die Alpen schließen sie an sehr vielen Stellen, namentlich in denjenigen Theilen ein, die Italien angehen; die ganze Küste von Genua ist gleichsam daraus gebildet. Beträchtliche Ablagerungen bietet Sachsen dar, hauptsächlich in der Umgegend von Zöblitz. England, Schottland, Nordamerika u. s. w. sind ebenfalls reichlich damit versehen; auch Afrika, Asien u. s. w. sollen derselben nicht ermangeln.

An Orten, wo es viele Serpentine gibt, benützt man sie auf mancherlei Weise. Wir erwähnten bereits den Serpentinmarmor und den Diallagmarmor der genuesischen Küste (§. 220). Die reinern Serpentine werden ebenso zu Tischen, Platten, Säulen verwendet; die ziemlich hübsch sind, wenn man hinsichtlich der Farben die lebhaftesten Varietäten hiezu wählt; auch viele kleinere Arbeiten verfertigt man daraus, z. B. verschiedene Arten von Vasen, Uhrgehäuse, u. s. w. die besonders für die Gegend von Zöblitz in Sachsen einen wichtigen Industriezweig bilden. Eine graue Varietät, die sehr zäh ist, sich noch leichter, als die andern, verarbeiten läßt, besonders, wenn sie frisch gebrochen worden, und die man Topfstein nennt, wird schon seit undenklicher Zeit zur Verfertigung einer besondern Töpferwaare angewandt, die sich sehr gut gebrauchen läßt; man schneidet und dreht sie, macht Gefäße daraus, namentlich Töpfe, Pfannen u. s. w., die dünne und daher leicht, jedoch sehr fest sind, das Feuer sehr gut aushalten können und den Speisen keinen üblen Geschmack geben. Namentlich verfertigt man sie in großer Anzahl im Veltlin und in dem Schweizerkanton Graubündten; die Stadt Coma ist das Niederlager davon, von wo aus sie nach mehreren Theilen Italiens und der Schweiz gebracht werden.

§. 265. **Schillerspath.** Der Schillerspath oder Diallag ist ein dem Serpentin sehr analoger Stoff, läßt sich aber spalten: an den Spaltflächen ist er mehr oder weniger perlmutterglänzend; in allen andern Richtungen ist der Bruch dicht, mehr oder weniger splitterig, matt oder wachsglänzend. Diese Mineralien sind sehr zart; ihr Staub fühlt sich sehr milde an; sie sind meist schmelzlicher vor dem Löthrohr als der Serpentin, besonders was die Varietäten betrifft, in denen das Eisenoxydul, das die Talkerde ersetzt, in größerer Menge vorkommt. Wie bei dem Serpentin, so unterscheidet man auch hier mehrere Arten, und diese Arten unterscheiden sich wiederum entweder durch die Ordnung des Hydrates oder durch die des Silikates. Es gibt auch Stoffe, die Aehnlichkeit mit dem Schillerspath haben, die sich aber darin von ihm unterscheiden, daß sie kein Hydratwasser einschließen; dies sind die Bronzite, die sich je nach ihrer Zusammensetzung in verschiedene Arten theilen.

Der Schillerspath bildet für sich allein keine Ablagerungen; er gehört den Serpentinablagerungen an, in denen er sich in der Regel eingewachsen oder als Nester findet, die dergestalt eingebacken sind, daß man sie oft unmöglich unterscheiden kann. Auch bilden sie mit dem derben Albit, Gesteine, die wir mit dem Namen Euphotide (§. 241) bezeichnet haben.

Gattung Pyroren.

§. 266. Man nennt mit dem Wort Pyroren, dessen Bezeichnung man durchaus vergessen muß, weißliche, grüne oder schwarze Substanzen, welche in schiefen Prismen krystallisiren, wovon die einen parallel mit den Ebenen eines rectangulären Prisma's, die andern nach den Ebenen eines rhombischen von 92° 55, spaltbar sind; die Grundflächen, welche die Spaltung manchmal auch darbietet, sind gegen die Are um 106° bis 106½° geneigt. Diese Substanzen schneiden leicht in das Glas ein und werden alle durch den Quarz wieder geritzt; sie schmelzen vor dem Löthrohr entweder zu einem farblosen, oder zu einem gefärbten Glas; je nachdem sie des Eisenoxydes beraubt sind, oder eine mehr oder weniger große Menge desselben enthalten. Diopsid nennt man insbesondere weiße oder etwas dunkelgrüne Varietäten, welche Kalk und Magnesia, oder eine kleine Menge Eisenoxydul enthalten. Der Hedenbergit, dunkelgrün und manchmal beinah schwarz, enthält dagegen nur Eisenoxydul mit ein wenig Talkerde oder auch keines.

Unter Augit versteht man schwarze Varietäten, deren Staub stets braun aussieht, deren Spaltflächen, parallel dem rhombischen Prisma, deutlicher sind, und die sich hauptsächlich in den Laven und den basaltischen Erzeugnissen finden; die Zusammensetzung ist meistens verändert, doch sind die krystallographischen Charaktere noch dieselben, nur sind die Formen im Allgemeinen einfacher.

Die Pyrorene zeigen sich beinahe immer krystallisirt; die gewöhnlicheren Krystalle sind schiefe achtseitige Prismen, verschiedene Prismen, die in schiefen dieresischen Spitzen endigen (Fig. 1 bis 3), oft auch Krystallgruppen, zusammengesetzt aus diesen Arten (Fig. 4), und dies sind gewöhnlich die schwarzen Krystalle der Vulkane. Zuweilen stellen die Krystalle auch mehr oder weniger veränderte unregelmäßige Octaeder dar (Fig. 5 u. 6); diese Varietäten findet

man in Tyrol und beißen Fassaite. Jedoch findet man die Pyrorene, namentlich die grünen Varietäten, auch als kleine strahlige, blätterige, körnige und dichte Massen; dann aber bedarf es einer großen Uebung, um sie von vielen andern Substanzen zu unterscheiden, und sogar nur die Analyse kann ein deutliches und genau bestimmtes Kennzeichen liefern.

Die Pyrorene bilden zuweilen in den krystallinischen Gesteinen Adern und Gänge, andern Orts sind sie in Kalksteinen, die sich in jenen Gesteinen eingeschlossen finden, in den Dolomiten und in den großen Magneteisenablagerungen eingeschlossen. Der Augit findet sich, wie wir bereits gesagt haben, hauptsächlich in den Laven vormaliger und neuer Vulkane, im Basalt, selten im Trachyt. Die Vulkane haben sie oft in Menge als einzelne Krystalle ausgeworfen, die man noch an ihren Abhängen findet. Diese schwarzen Pyrorene sind die Bestandtheile eines mehr oder weniger granitartigen Gesteins, das man Dolerit nennt, worin sie mit dem Labradorfeldspath gemengt vorkommen (§. 241); sie sind es, die den Basalt und den Melaphyr schwarz färben.

Gattung Hornblende.

§. 267. Hornblende nennt man weiße, grüne oder schwarze Substanzen, die den Pyrorenen sehr analog sind, sich auch parallel mit den Ebenen eines rhombischen Prisma's spalten lassen; die Neigungen der Flächen betragen aber 124° bis 127°. Auch zeigt die Zusammensetzung die nämlichen Elemente, wie die Pyrorene, nur in andern Proportionen vereinigt. Tremolith werden insbesondere weiße oder schwach grünlich gefärbte Varietäten genannt, die nur Kalk und Talkerde enthalten. Strahlstein (Actinote) nennt man die dunkelgrünen Varietäten, wo die Talkerde entweder ganz oder nur theilweise durch das Eisenoxydul ersetzt ist. Die Deutschen haben den Namen Hornblende, den man häufig auch im Französischen anwendet, den schwarzen Varietäten gegeben, die, wie der Augit, sich besonders in den Laven, dem Basalt und Trachyt finden, und deren Zusammensetzung ziemlich allgemein verändert worden ist.

Der Tremolith findet sich in kürzern oder längern rhombischen Prismen, deren Spitzen immer abgenützt oder angefressen sind; der Strahlstein kommt gleichfalls in solchen Prismen vor, nur daß diese mehr oder weniger verändert sind und dieselben Spitzen haben und länglichen Pyroxenkrystallen gleichen. Die Hornblende bildet regelmäßige und proportionirte Krystalle, entweder wie Fig. 1 und 2, oder mit drei Flächen an jeder Spitze (Fig. 3 oder 4). Die Krystall-

gruppen, die man kennt, gleichen nicht denen der Pyrorene, sie haben keine einspringende Winkel, und zeigen sich (Fig. 4) als ein Resultat von einer Vereinigung zweier Krystalle in umgekehrter Richtung (Fig. 5).

Die Hornblende findet man auch als strahlige oder faserige Massen, mit geraden, divergirenden oder unter sich verflochtenen Fasern; in diesem Zustand bildet besonders der Strahlstein manchmal beträchtliche Massen, Lager oder Schichten; auch kommt er in blättrigen Massen vor.

Die Hornblende gehört fast allen krystallinischen Ablagerungen an; besonders bildet der Strahlstein darin nicht selten untergeordnete Schichten oder mehr oder weniger beträchtliche Lager, worin sich zugleich Glimmer, Feldspath, Granaten ꝛc. finden. Der Quarz ist häufig mit eingesprengtem Strahlstein erfüllt und bildet besondere mehr oder weniger schieferige Gesteine; manchmal sind auch die im krystallinischen Gebirge eingeschlossenen Kalksteine davon angefüllt. Wir haben auch gesehen, wie er mit dem Kali- und dem Natron-Feldspath gemengt, den Sienit und Diorit bildet (§. 241). Dieser Stoff kommt weit häufiger in den Trachytgesteinen als im Pyroxen vor. Es ist zu bemerken, daß wenn man den Strahlstein in einem Tiegel schmilzt, man bei einer langsamen Erkaltung dieser Substanz einen Stoff erhält, welcher die Spaltbarkeit des Pyrorenes besitzt, woraus eine große Aehnlichkeit zwischen diesen beiden Stoffen hervorzugehen scheint, die vielleicht in der Wirklichkeit bloß durch die Krystallisation sich von einander unterscheiden, ungeachtet der verschiedenen Proportionen, welche die Analysen zeigen.

268. **Asbest und Amiant.** — Ein großer Theil der faserigen Stoffe, die man Asbest und Amiant nennt, beziehen sich auf die genannten Talkerdesubstanzen. Nicht selten zeigen die Serpentinablagerungen Spalten, die mit diesen bald ziemlich grobfaserigen, bald fein faserigen, und wie Seidewerg geschmeidigen, biegsamen Stoffen ausgefüllt sind; diese Stoffe bestehen aus kieselsaurer Magnesia, sind meistens Hydrate oder wasserhaltig, einige sind wasserfrei. Zuweilen sieht man die Uebergänge des Serpentins oder des Schillerspathes in diese Substanzen.

Auch die Pyrorene bilden Uebergänge in diese biegsamen, faserigen Stoffe, welche Varietäten davon zu sein scheinen; besonders aber sind es die Tremolithe, welche ziemlich oft diese Abänderungen darbieten; daraus gehen Massen aus wenig zusammenhängenden Fasern bestehend hervor, welche den wahren Asbest bilden. Diese differirt aber bedeutend von solchen Asbestarten, die von ganz talkerdigen Stoffen herkommen, insofern seine Fasern immer sehr steif und so zerbrechlich sind, daß sich die Hände bei ihrem Zerbrechen mit kleinen Spitzen erfüllen, die ein gewisses schmerzhaftes Gefühl verursachen. Es scheint jedoch, daß dieser steife Asbest nicht ganz dem Tremolith angehört, und daß er bloß die Elemente desselben enthält, welche in andern Proportionen vereinigt sind. Auch erinnern wir uns, Asbest gesehen zu haben, der vom Epidot herrührt (§. 248).

Verschiedene Silikate.

§. 269. Der Zirkon. Glasartig, fast immer durchscheinend, gewöhnlich roth, manchmal gelblich, bläulich und sogar farblos; mit einem eigenthümlichen Fettglanz, der an den Glanz des Diamantes erinnert; immer krystallisirt und Prismen mit quadratischen Grundflächen, gewöhnlich pyramidale und auf verschiedene Weise veränderte Prismen, sehr selten Oktaeder, die also dann sehr gedrückt sind, darstellend. Ist hart genug, um in den Quarz einschneiden zu können, wiewohl er auch wieder vom Topas geritzt wird; unschmelzbar vor dem Löthrohr, aber seine Farbe durch die Einwirkung des Feuers verlierend. Der Zirkon findet sich bloß eingesprengt; er existirt im Syenit und Gneiß, die davon herrühren, ferner im Basalt und Basalttuff, und selten im Trachytgesteine. Er findet sich, und zwar oft in ziemlich großer Menge, im Sande solcher Flüsse, welche diese letzteren Formationen durchschneiden: so trifft man ihn am Puy-en-Velay, am Riou-Pèzeliou an, auch kommt er in Ceylon vor, wo man ihn zuerst bemerkt hat. Diese Substanz wendet man in der Bijouterie an; er hat aber, wenn man einige ausgesuchte Steine ausnimmt, im Allgemeinen sehr wenig Glanz. Aus dem Zirkon gewinnt man auch die Zirkonerde für die Laboratorien.

§. 270. Der Gadolinit. Schwarz, glasartig, ritzt das Glas sehr leicht, schmilzt vor dem Löthrohr zu einem undurchsichtigen Glas; zeigt schiefe rhom-

bische Prismen an, die wenigstens sehr selten sind. Er findet sich in der Natur nur in ganz geringer Menge in die Pegmatite eingewachsen, und wurde bis jetzt bloß in Schweden in der Gegend von Fahlun und zu Ytterby gefunden. Man stellt aus ihm die Ytererde dar, von der er 45 bis 55 Procent enthält, je nachdem er mehr oder weniger mit fremdartigen Substanzen gemengt ist.

§. 271. Der Cererit ist rosenroth oder veilchenblau, ins Braune oder Graue spielend, sehr schwer, ritzt das Glas, gibt, calcinirt, Wasser frei und läßt sich nicht vor dem Löthrohr schmelzen. Aus dieser Substanz zieht man hauptsächlich das Ceriummetall aus. Sie findet sich nebst dem Cerin in den Kupferbergwerken von St. Gorans bei Nyddarhytta in Schweden.

§. 272. Der Thorit. Dieser ist eine schwarze, glasige, das Glas ritzende Substanz, welche in der Hitze Wasser von sich gibt, und alsdann eine gelbe Farbe annimmt. Er bildet Nester in den Syeniten der Insel Löwen in Norwegen; er ist bis jetzt der einzige Stoff, in welchem man Thonerde fand, die sich an die Zirkonerde und Thonerde anschließt.

§. 273. Das Zinkglas (Kieselgalmey). Weißlich oder gelblich, ritzt bloß den Flußspath; gibt bei seiner Calcination Wasser frei, läßt sich aber nicht vor dem Löthrohr schmelzen; löst sich in den Säuren zu einem Gelee auf; die Auflösung zeigt Spuren von Zink an (§. 101, 4). Es krystallisirt im rectangulären prismatischen System, gewöhnlich in kleinen rectangulären Tafeln. Auch als kleine stalaktitische und warzenförmige Massen, aber auch als kleine faserige, die häufig den Zeolithen gleichen (§. 250), oder als eine dichte blätterige, oft höhlige und endlich als eine erdige Masse findet es sich.

Nicht selten kommt diese Substanz als ein zufälliger Stoff in den Erzlagern, besonders mit den Eisen- und Kupfererzen vor; sie bildet aber auch für sich große Ablagerungen im Flötzgebirge von der Kohlenformation bis zum Lias. Alsdann wird sie mit Vortheil zur Bereitung des Zinks und Messings abgebaut, und zeigt sich als ein leicht zu behandelndes Erz, das 86 Procent Zinnoxyd enthält. Von diesem Stoff finden sich große Ablagerungen in Oberschlesien, Belgien, namentlich in der Nähe von Aachen, wo sich die Bergwerke des Vieille-Montagne finden, und in Jülich. Auch in Frankreich kommt er vor: z. B. zu Montalet bei Uzès, zu Combecave bei Figeac.

Die Geologie.

Einleitende Bemerkungen über den Erdkörper.

1. Von der Erdkugel im Allgemeinen.

§. 1. **Form, Abgesondertsein im Raum.** — Die Art und Weise, wie sich die Gegenstände allmählig auf dem Meere von dem Augenblick an zeigen, wo sie am Horizont zu erscheinen beginnen, bis dahin, wo man sie ganz sieht, führt uns unabweislich zu der Bemerkung, daß die Wassermasse des Erdkörpers nach allen Richtungen convex ist. Magellan's Expedition, so wie alle seit drei Jahrhundert zu Wasser und zu Land gemachten Reisen bestätigen die Folgerungen aus dieser ersteren Beobachtung und zeigen uns, daß die Erde wenigstens von Osten nach Westen im Raume vollständig isolirt ist. Wenn auch die Polareismeere eine Reise um die Erde in der Richtung von Norden nach Süden verhindert haben, so sind doch die allgemeine Convexität, das allmählige Erscheinen neuer Sterne, wenn man von dem einen Pole zum andern geht, die Projektion des Erdschattens auf die Mondscheibe während der Mondsfinsternisse, endlich noch die allgemeine Analogie der der Erde mit den Planeten, mehr als hinreichend, um in aller Strenge die Behauptung aufstellen zu können, daß die Erde auch in der zuletzt angegebenen Richtung ganz für sich allein im Raume bestehe. Es ist also eine unbestreitbare Thatsache, daß die Erde ein nach allen Richtungen im Raume isolirter sphäroidischer Körper ist. Da die Berge, welche sich auf ihrer Oberfläche befinden, im Vergleich zu ihrem Durchmesser, den man jetzt zu berechnen weiß, so viel als Nichts ausmachen, so verändern sie auch nur wenig die Gleichförmigkeit, und die höchsten Höhen machen in der Wirklichkeit einen weit geringern Effekt darauf, als die kleinen erhabenen Punkte, die man auf der Oberfläche einer Orange bemerkt.

Es ist nothwendig, daß man das so eben Gesagte gehörig auffasse, um den Unebenheiten auf der Erdoberfläche keine größere Wichtigkeit beizumessen, als sie in der Wirklichkeit haben. Wir werden gar leicht immer versucht, diese zu übertreiben, weil, wenn wir sie allzu nahe und zu unabhängig von der ganzen Ausdehnung der Erde sehen, wir sie mit uns selbst und mit allen Gegenständen, die uns gewöhnlich umgeben, vergleichen. So scheint uns ein Berg von 3000 Meter Höhe, wie z. B. der Aetna, als etwas Riesenhaftes; aber es verschwindet ein großer Theil unserer übertriebenen Vorstellung, wenn das Auge (wie Fig. 28) auch nur eine Flächenausdehnung von 10 bis 12 Meilen umfassen kann; und was würde erst der Fall sein, wenn wir eine ganze Erdhalbkugel überschauen konnten! Diese Reflexionen zeigen uns, daß man, um das Profil der Berge anzugeben und ihre Zusammenstellung zu zeichnen, sich wohl in Acht zu nehmen habe, verschiedene Maßstäbe für die Höhe und Abstände zu nehmen, indem man die ersteren verdoppelt, verdreifacht u. s. w., wie es beinahe immer geschieht diese Verfahrungsart ist aber nur dazu geeignet, unsere Vorstellungen oder Begriffe noch unrichtiger zu machen, die ohnedies oft ziemlich irrig sind. Es ist auch in der That nicht möglich, in unsern Büchern das Relief der Berge zu zeichnen, ohne es bedeutend zu übertreiben, was noch auf eine andere Weise beweist, daß dieses ganz unmerklich ist; indessen ist es besser, den Geist nicht an etwas zu gewöhnen, was ihn immer verhindern könnte, in dieser Sache richtig zu sehen.

§. 2. **Schwere.** — Aus der Abgesondertheit der Erde im Raum geht nothwendig das Princip des Strebens aller Körper gegen ihren Mittelpunkt hervor; denn es entfernt sich Nichts von unserm Planeten, um in den Weltraum hinauszufallen, und die Körper, die sich zufällig über dessen Oberfläche hinausgeworfen finden, kommen immer wieder sehr schnell auf dieselben zurück. Dieses Streben aller Körper nach dem Mittelpunkt der Erde wird Schwere genannt, und der Ausdruck Erdanziehung (Attraction der Erde), den man häufig so betrachtet, als zeige er die in Wirklichkeit unbekannte Ursache des Phänomens an, ist nur eine andere Art und Weise, die nämliche Thatsache zu bezeichnen, welche man alsdann auf die Erde bezieht; es ist gerade, wie wenn man sagte, die Erde besitze die Eigenschaft, gegen ihren Mittelpunkt alle materielle Theile, aus denen sie besteht, sowie alle Körper, die sich auf ihrer Oberfläche oder mehr oder weniger entfernt um dieselbe herum befinden, beständig anzuziehen. Fassen wir alle Beobachtungen zusammen, so dürfen wir hier noch die Bemerkung beifügen, daß die Intensität der Schwere nicht mit der Zunahme der Entfernung vom Mittelpunkt, sondern im Verhältniß der Quadrate der Entfernung abnehme; oder wie man sich sonst auch auszudrücken pflegt, daß die Anziehungskraft, indem sie sich in's Unendliche ausdehnt, im umgekehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernungen wirke.

Die Erde kann demnach als eine Masse vereinigter und durch jenes allgemeine Streben nach dem Mittelpunkt verdichteter Theilchen betrachtet werden; ihre sphäroidische Form scheint anzuzeigen, daß diese Theilchen in einem gewissen Momente so viel Freiheit hatten, daß sie übereinander hergleiten und sich unter der Bedingung des stabilsten Gleichgewichts concentriren konnten.

§. 3. **Abplattung der Erde an ihren Polen.** — Ebenso ist durch die unmittelbare auf verschiedenen Parallelkreisen vorgenommenen Messung der Erdmeridiantheile, die einem Breitegrad entsprechen, dargethan worden, daß die Erdkugel an den Polen abgeplattet, oder wenn man will, am Aequator angeschwellt ist, so daß sich zwischen den beiden Durchmessern ein Unterschied von ungefähr 42000 Meter findet. *

Diese wichtige Beobachtung führt von neuem auf den Gedanken, daß die materiellen Theilchen des Erdkörpers nicht immer in dem festen Aggregationszustand, den wir heutigen Tages beobachten, gewesen sind, daß sie in einer gewissen Epoche so viele Beweglichkeit haben mußten, um übereinander gleiten und auch der Wirkung der durch die tägliche Rotation erzeugten Centrifugalkraft nachgeben zu können, und daß sie erst alsdann in den Zustand von Festigkeit eintreten mußten. Man muß demnach nothwendig annehmen, daß die Erde ursprünglich in einem teigartigen Zustand sich befand; nur bleibt dann nachzuforschen übrig, welches das Agens davon war.

§. 4. **Veränderung in der Dichtigkeit von der Oberfläche an bis zum Mittelpunkt.** — Die Schwere nimmt allmählig von dem Pole an bis zum Aequator ab, einerseits, weil die Erdhalbmesser in diesen beiden Richtungen ungleich sind und die Körper in dem Maße weniger wiegen, als sie von dem Mittelpunkt entfernt sind; anderseits, weil die Centrifugalkraft, die sich der Wirkung der Schwere entgegensetzt, unter den Polen, die sich auf der Rotationsaxe befinden, null ist, während sie unter dem Aequator ihr Maximum erreicht. Diese allmählige Abnahme der Schwere wird durch die Beobachtung des Pendels bewiesen, welches man nach und nach auf den verschiedenen Parallelkreisen vom Pole nach dem Aequator hin verkürzen muß, um isochronische Schwingungen zu erhalten. Wenn man nun die Wirkungen der Zunahme der Entfernung vom Mittelpunkt und die der Centrifugalkraft berechnet, indem man den Erdkörper als homogen annimmt, so findet man unter dem Aequator eine Schwereabnahme, die geringer ist als die, welche aus der unmittelbaren Beobachtung hervorgeht, und nur indem man annimmt, daß die Dichtigkeit der Erde von der Oberfläche nach dem Mittelpunkt hin zunimmt kann man durch den Kalkul zu den Resultaten der Erfahrung gelangen. Auf diese Hypothese führen uns mehrere andere Phänomene und geben dem Gedanken Raum, daß die Erdkugel aus concentrischen Schichten von verschiedenen Substanzen bestehe, deren specifische Gewichte oder Dichtigkeiten fortschreitend zunehmen. Dieses kann auch nur von einem ursprünglich flüssigen Zustande herrühren, bei welchem sich die materiellen Theilchen in der Ordnung ihrer relativen Dichtigkeiten ablagerten.

§. 5. **Mittlere Dichtigkeit der Erde.** — In Newton ist durch die Gesammtheit der astronomischen Erscheinungen der Gedanke erweckt worden, daß die Attractionskraft eine allgemeine Eigenschaft der Materie sei, und daß sich alle Körper in geradem Verhältniß ihrer Masse und im umgekehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernungen einander anziehen. Diese Idee ist auch in der That nachher durch die Abweichung (Deviation) des Senkbleis in der Nähe großer Gebirgsmassen und noch deutlicher durch Cavendish's Versuche mittelst der Drehwage bestätigt worden.

Man hat sich dieser Beobachtungen zur Erforschung der mittlern Dichtigkeit der Erde bedient und zu diesem Zwecke die Attractionskraft der Körper bestimmt, deren Masse (das Produkt des Volumens in die Dichtigkeit) bekannt war, und hat sie mit der Attractionskraft verglichen, deren Volumen und daher auch deren Masse, welche die unbekannte Dichtigkeit enthält, die man dadurch bestimmen kann, man annäherungsweise findet. * Die mittlere Dichtigkeit (das Wasser = 1 genommen) wurde durch Maskeline = 4,56 angegeben, welche Playfair auf 4,7 berichtigte; aber aus dem von Cavendish angestellten Versuch hat sich 5,48 ergeben. Man sieht daraus, daß die mittlere Dichtigkeit der Erde größer ist, als die der Mineralsubstanzen, welche die Erdoberfläche hauptsächlich bilden; denn der Kalk, der Quarz, der Feldspath, welche die Hauptelemente derselben sind, haben als specifisches Gewicht nur ungefähr 2,5; es muß also das Erdinnere von den schweren Metallen und ihren Zusammensetzungen eingenommen sein, um die eben angegebene mittlere Dichtigkeit haben zu können. Die Beobachtung des Pendels in großen Tiefen hat diese Dichtigkeit sogar auf 12 steigen lassen und somit gezeigt, daß sie schnell zunimmt, je weiter man unter die Erdoberfläche hinabsteigt.

§. 6. **Wärme im Innern der Erde.** — Es lehrt die Beobachtung, daß die Veränderungen in der Temperatur, die aus dem Einfluß der Jahreszeiten hervorgehen, sich im Innern der Erde nur bei einer sehr geringen Tiefe bemerken lassen, und daß bei einer geringen, je nach den verschiedenen Oertern veränderlichen Tiefe die Temperatur des Bodens stationär und gleich der mittleren Temperatur des Ortes ist. Aber unterhalb dieses Punktes zeigt sich eine andere Erscheinung; denn die Wärme nimmt hierauf allmählig in dem Maße zu, als man weiter in die Erde hinabsteigt, und das Resultat der bis jetzt angestellten Beobachtungen gibt eine Zunahme von 1 Grad bei je 33 Meter Tiefe. Es ergibt sich daraus, daß man bei 3 Kilometer (3/4 franz. Meilen) unterhalb des Punktes, wo die Temperatur stationär ist, schon eine Temperatur von 100 Graden, d. h. die Temperatur des siedenden Wassers, finden muß. Wenn sich dieses Gesetz regelmäßig fortsetzt, was wir aber noch nicht wissen, so würde man bei 20 Kilometern (5 franz. Meilen) 666 Graden und also eine Temperatur haben, bei welcher die meisten Silikate vollkommen flüssig sind; am Mittelpunkt, d. h. bei 6366 Kilometer Tiefe, würde man bei der Voraussetzung, daß die Zunahme der Wärme so fortgeht, eine Temperatur von 200,000 Graden haben, von der wir uns keinen Begriff machen können und die alle Körper zu schmelzen und sogar zu verflüchtigen vermöchte.

Aus diesen Beobachtungen folgt nicht bloß, daß die Erde in einer gewissen Epoche flüssig gewesen sein würde, wie es auch schon ihre Form erheischt, sondern daß sie es auch noch jetzt wäre, und daß nur ihre Oberfläche bis zu einer Tiefe von nicht ganz 20 Kilometer fest geworden wäre, indem sie im Raume ihre ursprüngliche Wärme verlor.

Diese ebengenannte Dicke der festen Erdschichte will nur sehr wenig heißen, im Vergleich zum Erdhalbmesser, der mehr als 6000 Kilometer beträgt. Sie würde auf einer Kugel, deren Halbmesser 1 Me-

* Der Erdhalbmesser am Aequator beträgt 6376986 Meter.
Der Erdhalbmesser des Poles . . 6356321 „
Der mittlere Halbmesser . . . 6366745 „
Der Flächeninhalt der Oberfläche 5094321 Quadratmyriameter.
Der Rauminhalt . . . . . 1079235800 Cubikmyriameter.

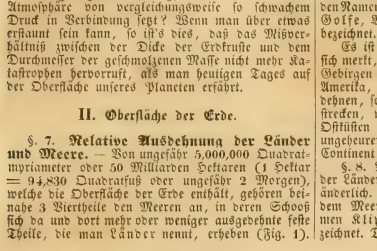
* Cavendish, welcher den Hebelarm der Drehwage vor zwei Bleikugeln, die sie anzogen, oscillieren ließ, hat die Dichtigkeit der Attractionskraft dieser Massen bestimmt. Er hat sie alsdann mit der Intensität der durch die Oscillationen des Pendels bestimmten Schwere am gleichen Orte verglichen. Es sei nun g die Intensität der Attractionskraft der Bleimassen; G die Intensität der Attraction der Erde, m die Masse der Kugeln mit dem Halbmesser r, M die Masse der Erde mit dem Halbmesser R, so hat man $g : G = \frac{m}{r^2} : \frac{M}{R^2}$. Ist d die Dichtigkeit des Bleis, D die gesuchte Dichtigkeit der Erde, so hat man $m = \frac{4}{3}\pi r^3 d$ und $M = \frac{4}{3}\pi R^3 D$. Daraus erhält man nun $D = \frac{Grd}{gR} = 5{,}48$.

ter beträgt, nur ungefähr 3 Millimeter ausmachen, was nicht einmal die Dicke eines Blatts Papier auf unsern gewöhnlichen Globen wäre. Wenn eine solche Hülle, angefüllt von einer fünfmal schwereren Flüssigkeit, als das Wasser, keine größere Zähigkeit hätte, als die Stoffe, aus denen die Erdkruste besteht, woran wir übrigens unzählige Risse oder Spalten bemerken, so würde sie kaum die geringste Oscillation in ihrer Form erleiden können. Verhält es sich aber nicht ebenso mit unserem Erdkörper? kann die relative Schwäche der zerrissenen oder gespaltenen Rinde immer die Form- und Volumenveränderungen ertragen, deren eine solche weißglühende Masse fähig ist, besonders wenn die Temperatur des Erdinnerns Alles in Dampf zu verwandeln vermag, bei der geringsten Oeffnung, welche sie mit einer Atmosphäre von vergleichungsweise so schwachem Druck in Verbindung setzt? Wenn man über etwas erstaunt sein kann, so ist's dies, daß das Mißverhältniß zwischen der Dicke der Erdkruste und dem Durchmesser der geschmolzenen Masse nicht mehr Katastrophen hervorruft, als man heutigen Tages auf der Oberfläche unseres Planeten erfährt.

II. Oberfläche der Erde.

§. 7. **Relative Ausdehnung der Länder und Meere.** — Von ungefähr 5,000,000 Quadratmyriameter oder 50 Milliarden Hektaren (1 Hektar = 94,830 Quadratfuß oder ungefähr 2 Morgen), welche die Oberfläche der Erde enthält, gehören beinahe 3 Viertheile den Meeren an, in deren Schooß sich da und dort mehr oder weniger ausgedehnte feste Theile, die man Länder nennt, erheben (Fig. 1).

Fig. 1. *



Afrique	= Afrika.	Amérique sept.	= Nordamerika.
Amérique mer.	= Südamerika.	Asie . . .	= Asien.
Australie	= Australien.	Europe . . .	= Europa.
Grand Océan	= Großer Ocean.	Nord . . .	= Norden.
Océan atlantique . . .	= Atlantischer Ocean.	Sud . . .	= Süden.
Océan glacial antarctique .	= Südliches Eismeer.		
Océan glacial arctique . .	= Nördliches Eismeer.		

Fig. 2. Formen und Erhebungen verschiedener Inseln.

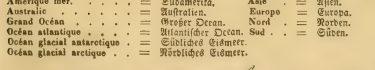


Fig. 3. Berggruppen auf großen Inseln.

* Da die Abbildungen des vorliegenden Werkes die Gußabdrücke der in Paris verfertigten Originalholzschnitte sind, so blieben natürlich die in mehreren der letzteren eingeschnittenen Namen auch auf den Gußabdrücken in französischer Sprache; diese Namen werden nun jedesmal, wenn es nöthig ist, in deutscher Uebersetzung der Figur beigesetzt. Anmerk. d. Uebers.

Die Länder finden sich hauptsächlich um den Nordpol herum gruppirt und bilden zwei unermeßlich große Massen, die man Continente nennt und die sich bis über den Aequator hinaus ausdehnen. Im Süden findet sich außer Australien oder Neuholland kein großes Land mehr. Uebrigens gibt es da und dort eine Menge kleiner Inseln, die entweder isolirt liegen oder in mehr oder weniger beträchtlicher Anzahl vereinigt sind und die sogenannten Inselgruppen, Archipeln, bilden und manchmal auch in einer Reihe nach gewissen Richtungen hinlaufen.

Die Umrisse der Länder sind außerordentlich unregelmäßig, auf alle Weise und oft sehr tief eingeschnitten. So stellen sie die Vorsprünge, die man Halbinseln, Vorgebirge (Cape), Spitzen nennt, und die Vertiefungen (Einschnitte) dar, die man mit den Namen Kreeke (Schlupfhafen), Bucht, Baien, Golfe, Binnenmeere oder mittelländischen Meere bezeichnet.

Es ist immerhin von einigem Nutzen, wenn man sich merkt, daß die Grenze der Länder eine Reihe von Gebirgen darstellt, die sich auf der Westküste von Amerika, von der Südspitze bis zum Norden ausdehnen, sodann mitten durch Asien bis dahin sich erstrecken, wo Hindostan aufhört, und endlich auf den Ostküsten von Afrika hinlaufen. Es geht daraus ein ungeheurer Gebirgswulst hervor, der den großen Continent von dem Haupttheil der Meere trennt.

§. 8. **Relief der festen Theile.** — Die Höhe der Länder über dem Meere ist außerordentlich veränderlich. Es gibt Inseln, die gleiche Höhe mit dem Meere haben und die man oft mit dem Namen Klippen, Riffe u. s. w. (Fig. 2, a) bezeichnet. Dagegen erheben sich andere auf mehr oder weniger beträchtliche Höhen über dieses Niveau, indem sie entweder in ihrer ganzen Ausdehnung ein Plateau (b) bilden, deren Ränder mehr oder minder starke Abhänge darbieten, oder mehr oder weniger geneigte Ebenen, die sich im Punkte c zu einem unregelmäßigen Kamme vereinigen oder auch Kegel (d), gewölbte, wellenförmige Oberflächen (e) u. s. w. darstellen.

Die großen Inseln bieten am häufigsten alle diese Bildungen zugleich dar; eben so auch die Continente (Fig. 3); man bemerkt dann alle Formen, sowie alle Höhen vom Niveau des Meeres an bis zu 7800 Meter, welches der höchste jetzt bekannte Punkt ist. Die verschiedenartig hervorspringenden Theile fassen niedere Theile in sich, und das Ganze bildet ein außerordentlich mannigfaltiges Relief, das Ebenen, Thäler, Gebirge u. s. w. darstellt.

§. 9. **Meeresgrund.** — Der Meeresgrund bietet Unebenheiten dar, die denen der äußern festen Theilen analog sind. Manchmal befindet er sich nur in sehr geringer Tiefe unter dem Wasser und bildet Bänke, Untiefen; anderswo findet man mit dem Senkblei verschiedene Tiefen um einen Punkt herum, der selbst wieder mehr oder weniger tief unter der Wasserfläche liegt und ein unterseeisches Gebirge anzeigt. Oft bemerkt man eine beinahe gleiche Tiefe auf einer sehr großen Ausdehnung und daher auch weite Ebenen, unter denen man mehrere findet, die stufenweise über einander liegen. Sodann gibt es auch Theile, wo das Senkblei bis zu einer Tiefe von 2000, 4000 und 8000 Meter hinab

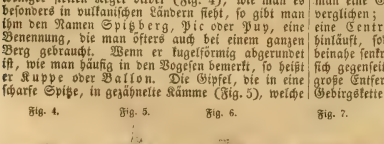
sinkt und daher bedeutende Tiefen anzeigt. An den platten Küsten bemerkt man, daß das Meer hier eine geringe Tiefe hat und daß sich der Grund in einem sanften Abhange allmählig auf eine sehr große Entfernung hinaus senkt, dagegen ist die Tiefe an schroffen Küsten häufig sehr bedeutend und nimmt mit der Breite rasch zu. Diese zeigt uns die Fortsetzung des obern Reliefs im unterseeischen Theile, und alle diese Beobachtungen zusammen lassen uns eine außerordentlich große Unregelmäßigkeit des festen Theiles der Erde sehen.

Die größte mittlere Tiefe der Meere beträgt 4800 Meter, woraus hervorgeht, daß die Totalmasse der Gewässer, die einen so großen Theil der Erdoberfläche bedecken, nicht 2 Millionen Kubikmyriameter ausmacht: es ist ein unendlich kleines Volumen im Vergleich zu dem der Erde (§. 2, Anm.) und gestattet nicht wohl, daß man einen wässerig flüssigen Zustand unserer Planeten annehme, wenigstens keine durch unsere jetzigen Gewässer, welche nicht $^1/_{1000000}$ von dem bilden, was erforderlich wäre, um eine solche Masse auch in den günstigsten Umständen aufzulösen.

§. 10. **Verschiedene Gebirgsformen.** — Man gebraucht verschiedene Benennungen, um damit die verschiedenen Erhabenheiten des Reliefs, das die Länder darbieten, zu bezeichnen. Unbedeutende, sanft abgerundete Erhabenheiten, deren Abhänge in den umgebenden Boden, der als Niveau der Gegend angenommen wird, sanft übergehen, werden Hügel genannt. Diese stehen oft abgesondert mitten auf einer Ebene oder ragen plötzlich über einen weniger bogenförmigen und einen breiten Hügel hinaus. Ein Felsen ist häufig ein kleiner Hügel aus fest zusammengefügten Mineralsubstanzen, der sich unter allen Formen zu zeigen vermag und dessen Seiten oder Gehänge mehr oder weniger unregelmäßig sind und manchmal ganz senkrecht herabfallen. Unter einem Berge versteht man immer eine über der Ebene, die als Niveau dient, bedeutend erhabene Masse. Man sieht wohl, daß alle diese Benennungen nichts sehr Bestimmtes haben und daß ihre Anwendung oft sehr willkürlich ist.

Ein Berg erhebt sich fast immer in einer sanften Abdachung von seinem Fuße an bis zu einer gewissen Höhe, was von der Anhäufung seiner Trümmer herrührt, die mehr oder weniger geneigte Böschungen gebildet haben. Weiter oben werden die Abfälle stärker, bald glatt, bald auf alle Weisen gezackt, oft abgerissen oder in Stufen getheilt. An der Spitze oder dem Gipfel zeigen sich zuweilen und nach noch neue Abhänge, senkrechte Abfälle und endlich Spitzen aller Art. Die Variationen, welche diese verschiedenen Theile darbieten, geben auch den Bergen verschiedene Gestalten, die sehr häufig in Beziehung zu den Gesteinen, aus denen sie gebildet sind, stehen, und wovon einige besondere Namen erhalten haben.

Wenn der Gipfel eines Berges einen mehr oder weniger steilen Kegel bildet (Fig. 4), wie man es besonders in vulkanischen Ländern sieht, so gibt man ihm den Namen Spitzberg, Pic oder Puy, eine Benennung, die man öfters auch bei einem ganzen Berg gebraucht. Wenn er kugelförmig abgerundet ist, wie man häufig in den Vogesen bemerkt, so heißt er Kuppe oder Ballon. Die Gipfel, die in eine scharfe Spitze, in gezähnelte Kämme (Fig. 5), welche gewissen sehr hoch gelegenen Granitterrains (z. B. auf den Alpen) angehören, auslaufen, heißen, je nach ihrem Aussehen, Nadeln, Zähne, Hörner. Den Namen Thurm oder Cylinder gibt man den senkrecht abgeschnittenen Spitzen (Fig. 6), welche von weitem wie alte Festungswerke aussehen; diese Bildung beobachtet man häufig in den Kalkländern, deren Gebirge auch durch stufenweise abgeschnittene Seiten (Fig. 7), durch Abhänge, welche aus horizontalen Schichten gebildet sind, und durch plateauförmige Erhöhten charakterisirt sind.



Verschiedene Bergformen

§. 11. **Die Massengebirge** (massifs), **von den Thälern durchschnitten.** — Die Hügel oder die Berge, die man von ferne am Ende einer Ebene gewahrt, sind häufig die Ränder eines Plateau, das sich mehr oder weniger über dasjenige erhebt, worauf wir uns selbst befinden. Diese Plateaur bieten uns, besonders wenn sie sehr hoch sind, noch einen weiteren wichtigen Umstand dar. Es ist ein seltener Fall, daß sie in ihrer ganzen Ausdehnung ein Ganzes darstellen; gewöhnlich zeigt die Masse, die sie bilden, tiefe und häufig verzweigte Einschnitte, die strahlenförmig in verschiedenen Richtungen auslaufen und dieselbe auf verschiedene Weise theilen, dann sich auf dem unteren Plateau, wo sie ausmünden, fortsetzen. Man betrachtete darum diese Massen als Gebirgsgruppen, während sie in der Wirklichkeit in ihrer ganzen Ausdehnung oft nur ein einziges Ganzes bilden, das aber durch mehr oder weniger zahlreiche Thäler zerstückelt ist. Die Plattformen der verschiedenen Theile des Massengebirges, die bald von einander getrennt, bald mit einander vereinigt sind, finden sich alle in einer und derselben Ebene, und die Schichten, welche die Masse zusammensetzen, correspondiren an den Abhängen der Schluchten, die sich durch sie hindurchziehen. Man sieht auch Massengebirge, die durch strahlenförmig auslaufende Thäler, welche sich alle in einem Centralpunkt (Gebirgsknoten) vereinigen, wo sich eine weite Vertiefung zeigt, getheilt sind. Auf dem Rande dieses Beckens bemerkt man alsdann mehr oder weniger hohe Berge, die nur die Endpunkte der partiellen Massen sind, in welche das ganze Massengebirge getheilt ist.

§. 12. **Gebirgsketten.** — Unter den Erhabenheiten der Erdoberfläche gibt es längliche Bildungen, die sich auf große Entfernungen hinaus erstrecken und welche man häufig noch als das Resultat einer Gruppirung von linienförmig an einander gereihten Bergen betrachtet: man nennt solche Bildungen Gebirgsketten. Um eine Gebirgskette in ihrer größten Einfachheit uns vor Augen zu stellen, hat man sie oft so geschildert, als sei sie aus zwei in einer Kante, wie die beiden Seiten eines Daches mit einander vereinigten, geneigten Ebenen gebildet; diese höchstens auf einige runzelförmige Erhabenheiten der Erdoberfläche anwendbare Einfachheit herrscht nur in der Idee, denn in der Wirklichkeit zeigt sich eine weit größere Zusammengesetztheit. Mit mehr Glück hat man eine Gebirgskette mit der Gräte eines Fisches verglichen; denn man bemerkt auch wirklich darin eine Centralmasse, die in einer gewissen Linie hinläuft, sodann Seitenäste oder Glieder, die beinahe senkrecht auf der allgemeinen Richtung stehen, sich gegenseitig entsprechen und auf mehr oder weniger große Entfernungen hinauslaufen. Nur da, wo die Gebirgskette aufhört, werden die Aeste divergirend und bilden den sogenannten Gänsefuß, — ein Charakter, den man sich darum merken sollte, weil er die Grenzen der Erscheinungen bezeichnet, welche diese Gebirgsbildungen hervorgerufen haben. Die Aeste einer Gebirgskette sind selbst wieder in Zweige getheilt, die senkrecht auf ihrer Richtung stehen und an ihrem

Ende divergiren. Auch diese Zweige theilen sich wieder, und zwar oft in verschiedenen Richtungen, gleichsam bis ins Unendliche. Gewöhnlich ist der Centraltheil der Gebirgskette der höchste Theil, und im Allgemeinen nehmen die Seitenäste allmählig bis zu ihrem Ende in ihrer Höhe ab; dasselbe ist auch bei den Verzweigungen der Aeste der Fall. Jedoch geschieht es auch häufig, daß sich in manchen Theilen eines Astes oder Zweiges, manchmal da, wo sie auslaufen, der Boden plötzlich zu einer größern Höhe aufsteigt, als irgend wo anders. Auch bemerkt man, daß die beiden Abhänge einer Gebirgskette selten gleiche Neigung haben. So ist z. B. der südliche Abhang der Pyrenäen steiler als der nördliche. Eine ähnliche Bemerkung macht man an den Alpen, den Vogesen und der Andeskette, welche letztere einen sehr starken gegen den stillen Ocean u. s. w. bildet.

Der Kamm (Gräte) einer Gebirgskette, den man häufig auch die Scheidelinie der Gewässer oder die Wasserscheide nennt, zeigt, im Detail betrachtet, gewöhnlich eine mehr oder minder wellenförmige Linie. Seine Höhe variirt außerordentlich: hier steigen die Spitzen plötzlich bis zu einer Höhe von mehreren tausend Metern empor; dort steigen sie auf einige hundert herab und stellen alle mögliche dazwischen liegende Höhen dar. Im Allgemeinen finden sich die größten Höhen da, wo sich zwei entgegengesetzte Aeste mit einander vereinigen, und zeigt sich auf der Gräte zwischen zwei benachbarten Aesten eine Einbucht, die man Paß oder Sattel (Col) nennt.

§. 13. **Durchkreuzung der Gebirgsketten.** — Die Gebirgsketten sind auf der Erdoberfläche zahlreich und nach allen Richtungen hin verbreitet, woher es denn auch kommt, daß sie sich gegenseitig auf alle Weise und unter allen Winkeln durchschneiden, und mehr oder minder complicirte Netze bilden. Man nennt den Punkt, wo sie sich durchkreuzen, den Gebirgsknoten, der sich oft plötzlich zu einer solchen Höhe erhebt, wie man sie nicht mehr an einer andern Stelle findet. Manchmal laufen mehrere Ketten beinahe mit einander parallel und lassen einen Raum zwischen sich, welcher eine weite Hochebene bildet. Eines der schönsten Beispiele von einer solchen Bildung wird uns im innern Asien durch das Muz-Tagh- und Küen-Lüngebirge und durch das Kalchi- und Himalayagebirge dargeboten: ein weit weniger erclatantes Beispiel haben wir in Europa an den Alpen und dem Juragebirge, welche die Ebenen der Schweiz zwischen sich lassen.

Die Gebirgsketten bilden, indem sie sich auf alle Arten durchkreuzen, die Gebirgssysteme, auf welche sich die Topographie der verschiedenen Gegenden bezieht; aber diese Systeme, wie man sie in der Geographie heißt, und wozu häufig auch die Imagination noch das Ihrige hinzugefügt hat, bieten, wenn man sie einzeln betrachtet, nur in geologischer Hinsicht ein geringes Interesse dar. Wir werden sehen, daß man hieran noch besondere Betrachtungen knüpfen muß, die zu höheren Ideen hinleiten und sich auf die großen Phänomene beziehen, von denen unser Erdkörper der Schauplatz gewesen sein mußte. Diese Thatsachen führen zu der Bemerkung, daß die Gebirgsketten von einer und derselben Ordnung auf der Oberfläche der Erde auf einem größten Kreis oder mit demselben parallel liegen; daß ferner die Gebirgsketten einer andern Ordnung sich auch auf einem andern größten Kreis finden, der mehr oder weniger gegen den ersteren geneigt ist: wenn man einen Blick auf einen Globus wirft, so wird man sehen, daß die Alleghanys, die Pyrenäen, die Appenninen, die Gebirge von Kroatien, die Karpathen, gewisse Gebirge von Persien, die Ghaïs von Malabar u. s. w. lauter Gebirgsketten sind, die in ihrem Verlaufe eine und dieselbe Richtung verfolgen und alle mit einem größten Kreise parallel laufen, der durch eine von ihnen hindurchginge. Betrachtet man denjenigen Theil der Alpen, der sich vom Wallisferlande nach Oesterreich hinzieht, so wird man sogleich bemerken, daß eine große Anzahl anderer Ketten mit ihm parallel laufen, wie z. B. die Gebirge von Spanien, der Taurus, der Kaukasus, das Atlasgebirge, das Balkangebirge, die Gebirgsketten, welche Persien in schiefer Richtung durchziehen und sich endlich mit dem Himalaya verbinden u. s. w. (siehe die am Ende der Geologie beigefügte Karte, die sich auf die Erhebung der Gebirge bezieht).

§. 14. **Beschaffenheit der Thäler.** — Man heißt Thäler die leeren Räume, welche die verschiedenen Theile einer Gebirgsmasse, ferner die verschiedenen Aeste einer Gebirgskette und manchmal sogar zwei Gebirgsketten von einander trennen.

In einer Gebirgskette betrachtet, nehmen auch die Thäler, gleich den Gebirgsästen eine Richtung, die gegen die allgemeine senkrecht steht, und heißen Querthäler, weil sie die Gebirgsketten quer durchschneiden. In diese Thäler münden sich in senkrechter Richtung kleinere Thäler (Nebenthäler) ein, welchedie Zweige eines jeden Astes von einander trennen, wie sich wiederum an diese Thäler die Bergschluchten begeben, welche die Unterabtheilungen von einander trennen. Die großen zwischen zwei Gebirgsketten liegenden Räume werden häufig Längenthäler genannt; in diese münden beinahe unter einem rechten Winkel die Querthäler ein, die sich auf beiden Seiten befinden.

Die Thäler großer Massengebirge oder großer Gebirgsketten sind häufig enge und tief, mit schroffen Wänden. Dieser Charakter spricht sich namentlich auf den hohen Regionen von Innerasien und Mittelamerika aus, wo gewisse Thäler schauerlich senkrechte Spalten darstellen, die oft eine Tiefe von 1500 bis 2600 Meter haben, und häufig so enge sind, daß sie unmöglich passirt werden können. Einige von der Höhe herabgerollten Felsblöcke reichen hin, um quer über diese Spalten natürliche Brücken zu bilden. Diese Spalten mit senkrecht abgeschnittenen Wänden, bilden einen Hauptcharakter der Länder mit hohen Plateaux, wo sämmtliche Flüsse zwischen steilen, schroffen Ufern eingeengt sind; nicht nur beobachtet man sie in Asien und Amerika, sondern es bietet uns auch die skandinavische Halbinsel schöne Beispiele von solchen Bildungen dar, obschon hier die Seitenwandungen weniger hoch sind; auch Kroatien und Kärnthen weist noch deren auf, wenn auch gleich in geringerem Maßstabe.

Doch steht man dies nicht immer so, und oft sind die Thäler breit genug, um als gewöhnliche Passage über das Gebirge dienen und um Raum für Wohnstätten abgeben zu können; sind auch gleich ihre Gehänge noch immer steil, so sind sie doch wenigstens an einigen Stellen gangbar.

Es ist bereits gesagt worden, daß die Seitenäste einer Gebirgskette sich auf jeder Seite des Kammes entsprechen; dies ist auch bei den Thälern der Fall, und gewöhnlich geschieht es, daß wenn man ein Thal auf einer der beiden Abfälle eines Gebirges verfolgt hat, man ein anderes von der Spitze des Gebirges auf dem entgegengesetzten Abhang hinabsteigen sieht; diese Uebereinstimmung findet durch die schon erwähnte Einbucht zwischen den Gipfeln Statt, die man an dem Vereinigungspunkt der Seitenäste beobachtet (siehe §. 11). Diese Einbuchte oder Einschnitte werden an gewissen Oertern Col, Pforte, Thor, und an gewissen andern Paß oder Sattel genannt.

Die Querthäler erweitern sich im Allgemeinen während ihres Verlaufes von der Höhe der Gebirgskette bis wo sie in die Ebene einmünden; diese Erweiterung ist aber keineswegs gleichförmig, vielmehr bemerkt man oft während ihres Verlaufes eine Folge von größeren Erweiterungen und dann wieder von

Verengungen. Der Boden des Thales (Thalsohle, Thalweg) steigt nicht immer gleichförmig abwärts, sondern bietet immer einen Wechsel von sanften und starken Gefällen, manchmal auch von senkrecht abgerissenen Partien dar; und was merkwürdig ist, die steilen oder schroffen Abhänge finden sich genau da, wo die Verengungen vorkommen und dagegen die sanften Abhänge an solchen Stellen, wo das Thal sich erweitert. Daraus folgt nun, daß ein Thal von einer gewissen Ausdehnung im Allgemeinen aus einer Reihe großer Amphitheater oder Becken mit einem mehr oder weniger sanften Gefäll, bestehen, die sich über einander liegend befinden und mit einander durch enge Pässagen, deren Boden einen steilen, jähen Abhang darstellen, in Communikation stehen. Oft geschieht es, daß das Thal an seinem oberen Theile in einem weiten runden Becken endigt, dessen sämmtliche Wände senkrecht stehen und dessen mittlerer Theil manchmal von einem See ausgefüllt ist.

Die großen Längsthäler, durch welche die großen Flüsse dahinfließen, zeigen häufig dieselbe Beschaffenheit; auch bieten sie große auf einander folgende Becken dar, die unter sich durch einen mehr oder weniger tiefen Einschnitt der umgebenden Bergen in Communikation stehen, und in welchen der Fluß sich plötzlich eingeengt findet. So durchbricht z. B. der Rhein nach seinem Austritt aus dem Bodensee, der sein erstes Becken bildet, das Gebirge, das den Jura mit dem Schwarzwald verbindet, wo er von Felsen eingeengt und gesperrt wird. Zu Basel angekommen, verändert er seine Richtung und wendet er sich nach dem weiten Becken des Elsasses; nachdem er sich in der Ebene hingeschlängelt hatte, durchschneidet er bei Bingen das Eifelgebirge in einer engen Schlucht, welche kaum seinen Durchgang gestattet, und tritt aus demselben bei Coblenz. In demselben Fall befinden sich auch ganz genau die Rhone, die Donau, die Elbe und sehr viele andere Flüsse; worüber wir aber besonders uns wundern müssen und was auch zugleich gegen die Vorstellung durchbrochener Dämme durch das Gewicht des Wassers streitet, was man immer anzunehmen sich veranlaßt findet, ist dies, daß die Communikation eines Beckens mit einem andern am öftesten in den höchsten Punkten und den festesten Theilen der umgebenden Berge stattfindet.

Die von senkrechten und begränzten Passagen, welche die Thäler an verschiedenen Punkten darstellen, erhalten gewöhnlich den Namen Engpässe oder Defileen, und heißen häufig auch Nationenpforten, weil sie Völkerschaften von einander trennten, welche an solchen Stellen, wie an den Thoren einer Mauer, eine leichte Vertheidigung fanden. Es gibt darunter solche, die in der Geschichte berühmt geworden sind, wie z. B. die taurischen und kaukasischen Pforten, die unter dem Namen iberische, kaspische, albanische Pforte und Engpaß von Issus, welcher letztere durch Alexanders Durchgang berühmt geworden ist, bekannt sind; ferner jene von Thermopylä, wo die 300 Spartaner die Armee des Xerres anhielten; der caudinische Gabelpaß, wo die Samniter die Römer zwangen, unter dem Joch hindurch zu gehen u. s. w. Die senkrechten Wände dieser Engpässe sind zuweilen sehr hoch; denn es gibt in den Anden solche, die bis zu einer Höhe von 1600 Meter sich erheben.

Durch die Thäler fließen die durch Nebel, Regen und geschmolzenen Schnee erzeugten Gewässer. Diese sammeln sich in den Schlünden, Seitenthälern, den Querthälern u. s. w. an und bilden Bäche, kleinere und größere Flüsse, um sich in das Meer oder in irgend einen auf einer Hoch- oder einer Tiefebene liegenden See zu begeben. Die fließenden Gewässer zeigen in ihrem Verlaufe Umstände, die sich vollkommen auf die der Thäler, durch welche sie ihre Richtung nehmen, beziehen; sie schießen mit einer schreckenerregenden Schnelligkeit in solchen Theilen dahin, wo die Thäler sehr eingeengt sind, und zeigen dagegen einen langsamen und ruhigen Lauf an solchen Stellen, wo sich ihr Bett erweitert, und bilden daselbst zuweilen mehr oder weniger ausgedehnte Seen. Die starken Gefälle, steilen Abhänge, erzeugen in den Flüssen die Stromschnellen, Wasserfälle, Cascaden, Cataracten, von denen sämmtliche Gebirgsländer Beispiele darbieten.

§. 15. **Auf verschiedenen Höhen gelegene Ebenen.** — Man nennt eine Ebene jeden Raum, der merklich eben ist und nur solche wellenförmige Erhabenheiten darbietet, die im Vergleich mit ihrer Ausdehnung nicht sehr ausgesprochen sind. Die Ebenen finden sich auf allen Höhen, vom Niveau der Meere an bis zur Mitte der höchsten Gebirge hinauf. Man unterscheidet sie als Tiefebenen und als Hochebenen, welche letzteren auch den Namen Plateaur erhalten, ohne daß man bestimmt angeben könnte, wo die einen aufhören und die andern anfangen, indem es so viele dazwischen liegende Höhen gibt. Es erheben sich namentlich die Continente gleichsam durch terrassenförmig aufeinander folgenden Ebenen über das Niveau des Meeres; die großen Gebirgsketten, von denen sie durchschnitten werden, sind so zu sagen nur Unebenheiten mitten auf hohen Ebenen, wie man es z. B. auf dem Centralplateau von Frankreich, in dem Margeride- und Lozeregebirge sieht, welche die ganze Gegend beherrschen.

Unter den Tiefebenen kann man innerhalb der europäischen Grenzen diejenigen anführen, die das kaspische Meer umgeben, wo sie sogar unter dem Niveau des Oceans liegen, * und in unmerklichen Abhängen mitten durch die Ebenen der Ukraine und von Litthauen bis zu denen von Holstein, Jütland u. s. w. sich fortsetzen, so daß sie in Europa eine unermeßliche Strecke von Tiefebenen darbieten. Auch die andern Welttheile schließen große Tiefebenen ein, und vielleicht enthält Amerika die ausgedehntesten der ganzen Erde, wie z. B. die Ebenen, wo sich die zahlreichen Verzweigungen des Amazonen- und La-Platastromes finden.

Die höchsten Hochebenen oder Plateaur finden sich im innern Asien, wo sie in ihrer Ausdehnung den Tiefebenen der andern Continente nichts nachgeben. Die Hochebenen, welche das zwischen dem Küen-Lünge-birge und dem Himalaya liegende Hochthal bilden, wo das eigentliche Tibet liegt, finden sich 3600 Meter hoch über der Meeresfläche. Dies ist die höchste Hochebene, die wir kennen, denn alle diejenigen, die man unter dem allgemeinen Namen des tibetanischen Plateau's zusammengefaßt hatte, liegen weit weniger hoch; die ungeheure Wüste Gobi zwischen dem Küen-Lüngebirge und der vulkanischen Gebirgskette von Thian-Schan hat in seinen höchsten Theilen nicht mehr als 1200 Meter Höhe. Zu Amerika haben die Hochebenen von Quito und Mexiko, wovon die erstere 3000 Meter, die zweite 2000 Meter hoch liegt, ebenfalls eine bedeutende Ausdehnung. Die von Mexiko ist 50 franz. Meilen breit und verlängert sich gegen Norden 150 Meilen weit hinaus, beinahe ohne von ihrer Höhe herabzusteigen. Etwas Aehnliches besitzen wir nicht in Europa, weder hinsichtlich der Höhe, noch der Ausdehnung; jedoch kann man noch das Plateau, das die Gebirge der skandinavischen Halbinsel krönt, so wie auch die Plateaur von Kroatien und Kärnthen, die der Schweiz und der Sevennen u. s. w. anführen, die wenigstens Beispiele im Kleinen sind.

§. 16. **Verbreitung der Wärme auf der Erdoberfläche.** — Wenn die Erdoberfläche überall homogen wäre, so würde die Vertheilung der Wärme auf

* Das kaspische und das todte Meer, so wie eine mehr oder minder beträchtliche Strecke des umgebenden Bodens liegen unter dem Niveau des Oceans.

derselben durch die Breitegraden, die Bewegung der Sonne und die Erscheinungen, die eine Folge davon sind, bestimmt werden können. Es würden die Linien, welche die Punkte, die eine gleiche Temperatur haben, mit einander verbände, z. jeder Zeit des Jahres unter sich parallel sein, und mit den Parallelkreisen der Erde zusammenfallen. Dies kann aber bei einer aus heterogenen Theilen, nämlich aus Ländern und Meeren, welche durch ihre Ausströmungs- und Absorptionskräfte, oder durch die Strahlung ꝛc. so verschieden wirken, zusammengesetzten Oberfläche nicht Statt finden. Die äußere Gestalt dieser Theile, ihre Lage, ihre relative Ausdehnung, die Höhe der Länder über dem Meere, die Beschaffenheit des Bodens ꝛc. verändern nothwendig die theoretische Vertheilung, und bloß durch die Beobachtung allein kann man hierin zu einem richtigen Resultate gelangen.

Des Herrn von Humboldt's Forschungen zeigen, daß bei dem gegenwärtigen Zustand unserer Erdoberfläche, die eine gleiche Temperatur anzeigenden Linien unter sich und mit dem Aequator bloß in der Nähe der heißen Zone parallel sind. Beinahe von den 35ten Parallelkreise an steigen diese Curven gegen die Polen hin; und dies geschieht mehr oder weniger, je nach dem Wärmegrad, dem sie entsprechen; woher es denn auch kommt, daß sie unter sich mehr oder minder geneigt sind. In der nördlichen Halbkugel geschieht dies durch zwei Biegungen, wovon die eine die convexen Spitzen dieser Curven nach dem westlichen Europa, und die andere die zweiten Spitzen von derselben Art nach der Westküste von Amerika trägt; die concaven Spitzen bilden sich eines Theils in Asien, und andern Theils auf der Ostküste von Amerika. Die Linien, welche eine gleiche mittlere Jahreswärme angeben, nennt man noch specieller **Wärmelinien** oder **isotherme Linien.**

Die andern Linien, die eine gleiche mittlere Temperatur dieses oder jenes Zeitpunktes des Jahres angeben, verhalten sich ebenso, indem sie um die vorhergehenden oscilliren; aber noch mehr entfernen sich die einen gleichen Winter und einen gleichen Sommer bezeichnenden Linien von den Parallelkreisen der Erde: die ersteren, wie die isothermen Linien, um so mehr, je weiter man sich nach Osten begibt; die andern genau in entgegengesetzter Richtung. An den convexen Spitzen der isothermen Linien finden sich die kleinsten Unterschiede zwischen den Jahreszeiten; dagegen zeigen sich an den concaven ungeheure Differenzen, wie z. B. die von — 12° à + 19°, — 17 à + 13, ꝛc.

Diese Dispositionen der Wärmelinien sind der Ausdruck verschiedener, sehr merkwürdiger Thatsachen in dem gegenwärtigen physischen Zustande der Erde: sie zeigen uns, daß die östlichen Theile der beiden großen Continente heutigen Tages kälter sind, als die westlichen, so daß die strengste Kälte von Labrador und Canada von der einen Seite, und von Sibirien von der andern Seite in die allgemeinen Gesetze eintreten. Auf dem alten Continente vermindert sich die mittlere Jahrestemperatur auf einem und dem selben Parallelkreise in dem Maße immer mehr, als man weiter gegen Osten vorwärts schreitet, wie man in nachstehender Tabelle finden wird:

Oerter	Breitegrade	östliche Länge	mittlere östliche Temperatur
Amsterdam	52° 22′	2° 30′	11°, 9.
Warschau	52° 14′	18° 43′	8°, 2.
Kopenhagen	55° 41′	10° 15′	7°, 6.
Moskau	55° 45′	35° 12′	4°, 6.
Kasan	55° 48′	46° 44′	1°, 3.
Christiania	59° 56′	8° 28′	6°, 0.
Upsala	59° 51′	15° 18′	5°, 6.
Petersburg	59° 56′	27° 59′	3°, 8.
Tobolsk	58° 12′	65° 58′	— 0°, 63.

Das Gleiche findet sich in Amerika, wo das Klima im Westen der Alleghanys weit gelinder ist als im Osten. Ebenso bieten die beiden Festländer zwischen ihren Küsten große Unterschiede dar: so sind z. B. Labrador, Canada, die vereinigten Staaten weit kälter, als Skandinavien und die ganze europäische Küste, wie man aus folgenden Beispielen ersehen kann.

Oestliches Amerika			westliches Europa.		
Ort	Breite	mittlere Temperatur	Ort	Breite	mittlere Temperatur
Nain	57° 8′	3°, 1.	Stockholm	59° 20′	5°, 7.
Quebec	46° 47′	5°, 6.	Nantes	47° 13′	12°, 6.
Neu-York	40° 40′	12°, 1.	Neapel	40° 50′	17°, 4.

Das Innere der großen Continente ist gewöhnlich kälter, als die Küsten, die Inseln oder die Gegenden, die von Meeren durchschnitten sind, und in Spitzen in dieselbe hineinragen. So baut man z. B. in Britannien, Schottland, Irland ꝛc. auf ebenem Lande die südlichen Pflanzen, und die Winter sind daselbst milder als in Mailand und der ganzen Lombardei; aber aus demselben Grunde ist der Sommer weniger heiß, häufig nebelig und regnerisch, und schneit es sogar manchmal. Es folgt hier ein Beispiel:

Klima auf dem Continent

Ort	Breite	mittlere Temperatur	Winter	Sommer
Ofen	47° 29′	10°, 6.	— 0°, 6.	21°, 4′
Wien	48° 12′	10°, 3.	+ 0°, 4.	20°, 7′
Kasan	55° 48′	3°, 1.	— 16°, 6.	19°, 8′

Klima auf dem Meere.

Ort	Breite	mittlere Temperatur	Winter	Sommer
Nantes	47° 13′	12°, 6.	4°, 7.	18° 8′
St. Malo	48° 38′	12°, 1.	3°, 7.	18° 8′
Edenburg	55° 57′	8°, 8.	3°, 7.	14° 6′.

Die verschiedenen Richtungen der Winter- und Sommerlinien geben uns diese extremen Klimaten, wo auf strenge Winter brennend heiße Sommer folgen; so findet man z. B. zu Neu-York unter 40° 40′ die Winter von Norwegen und die Sommer von Italien; zu Moskau und Kasan findet man die Winter von Lappland, und die Sommer von Touraine, zu Peking hat man unter 39° 54′ die Winter von Upsala und die Sommer von Kairo. Die nachstehende Tabelle gibt einige dieser extremen Klimaten an.

Ort	Breite	mittlere Temperatur	die mittlere des Winters	die mittlere des Sommers
Peking	39° 54′	12°, 7.	— 3°, 1′	28°, 1.
Neu-York	40° 40′	12°, 1.	— 1° 2′	26°, 2.
Quebec	46° 47′	5°, 6.	— 9° 9′	20°, 0.
Zürich	47° 22′	8°, 8.	— 1° 2′	17°, 8.
Ofen	47° 29′	10°, 6.	— 0° 6′	21°, 4.
Prag	50° 5′	9°, 7.	— 0° 3′	20°, 5.
Göttingen	51° 32′	8°, 3.	— 0° 9′	18°, 2.
Warschau	52° 14′	8°, 2.	— 1° 8′	20°, 6.
Moskau	55° 45′	4°, 6.	— 11° 8′	19°, 5.
Paris	48° 50′	10°, 6.	+ 3° 7′	18°, 1.

Alle diese thermalen Verhältnisse sind das Resultat der gegenwärtigen Beschaffenheit (Lage, Form ꝛc.) der Länder und Meere, und sicherlich würden einige Veränderungen in ihrer Ausdehnung, Form, relativen Lage und sonstiger Beschaffenheit auch Veränderungen in allen Isotermenlinien herbeiführen.

Die Unterdrückung Afrika's, die Einsenkung des Innerasiens, die Verlängerung Asiens gegen Neuholland, die Ausfüllung des Meeres der Antillen und des Meerbusens von Mexiko ꝛc., würden nothwendig die klimatischen Verhältnisse von Sibirien und von Labrador verändern; es würde vielleicht und von einer umgekehrte Richtung nehmen, und für das Alles eine umgekehrte Richtung nehmen, und für das mitte Klima des westlichen Europa's würde vielleicht das rauhe und kalte der östlichen Gegenden eintreten.

Von den Phänomenen, welche die Oberfläche der Erde verändern.

I. Erdbeben.

§. 17. **Beschreibung dieses Phänomens.** — Gewiß hat schon Jeder von der furchtbaren Geißel sprechen gehört, die in einem Momente aus den blühendsten Städten einen Schutthaufen macht, und zuweilen den umgebenden Boden umwälzt. Ihrer Erscheinung geht oft ein dumpfes Geräusch, ein unterirdisches Rollen voraus, das sich häufig lange Zeit vor der Katastrophe, für welches dasselbe gleichsam ein Vorspiel ist, hören läßt. Mehr oder weniger heftige Schwankungen lassen sich einige Sekunden oder einige Minuten lange hierauf wahrnehmen, um sogen mehr oder weniger schnell auf einander. In gewissen Fällen setzen sie sich sogar in verschiedenen Zwischenräumen mehre Tage, ja mehre Monate und selbst ganze Jahre lang fort. Diese Bewegungen sind verschiedener Art; denn entweder sind sie horizontale stoßartige Oscillationen, die mehr oder weniger schnell auf einander folgen, oder sind sie vertikale Stöße, d. h. plötzliche Hebungen und Senkungen des Bodens, oder sind es verschiedenartige Drehungen. Manchmal vereinigen sich fast zu gleicher Zeit alle Arten von Erdbeben, und ist dies der Fall, so ist ihrer Verwüstung Alles preis gegeben.

Manchmal findet sich ein Erdbeben bloß auf einen gewissen, oft selbst ziemlich engen Raum beschränkt; ein Beispiel von einem solchen Erdbeben war das auf der Insel Jsbia, am 2. Februar 1828, welches man auf keine Weise, weder auf den benachbarten Inseln, noch auf dem Continente wahrnahm. Häufig erschüttert es auch auf einmal eine unermeßliche Fläche: ein solches war das von Neugranada am 17. Juni 182*, das sich auf mehrere Millionen Quadratmyriameter ausdehnte; oder pflanzt es sich auf enorme Entfernungen hinaus fort, wie das allbekannte Erdbeben von Lissabon im Jahre 1755, das sich einerseits bis nach Lappland, und anderseits bis nach Martinique fortsetzte; in einer Ouerrichtung ließ es sich von Grönland bis nach Afrika fühlen, wo Marokko, Fetz und Mequinez zerstört wurden: ganz Europa empfand damals die Wirkungen in demselben Momente. Jm Allgemeinen kann man aus den verschiedenen Erzählungen viele Beispiele von einer solchen Fortpflanzung auf mehr oder weniger beträchtliche Längen und verschiedene Breiten hinaus entnehmen und sogar Thatsachen daraus ableiten, daß sich die Erschütterung oft in der Richtung eines größten, mehr oder weniger gegen den Aequator geneigten Kreises ausgedehnt hat.

§. 18. **Wirkungen der Erdbeben.** — Wenn die Erdbeben heftig sind, so stürzen sie nicht nur ganze Städte mit den festesten Gebäuden um, wovon man so viele denkwürdige Beispiele hat, sondern sie lassen sogar auch den Boden bedeutende Modifikationen erleiden. Die von Calabrien im Jahr 1783 liefern uns davon Beispiele, die um so merkwürdiger sind, als die Thatsachen von den ausgezeichnetsten Männern jener Zeit, z. B. von Vivenzio, dem Leibarzt des Königs von Neapel, von Grimaldi, Hamilton, Dolomieu ꝛc., und endlich durch eine Commission der königlichen Akademie zu Neapel aufgezeichnet worden sind. Jn diesem unglücklichen Lande wurde Alles über einander geworfen; der Lauf der Flüsse entweder unterbrochen oder verändert; die festesten Gebäude wurden von oben an bis unten hinaus gespalten und Häuser über das Niveau der Gegend gehoben, während andere, die oft nur in ganz geringer Entfernung von jenen standen, mehr oder weniger tief in den Boden sanken; gewisse Theile derselben erhoben sich über die andern, und alle Grundmauern wurden aus dem Boden gestoßen. Dieser öffnete sich an allen Orten, häufig in langen Spalten, wovon einige sogar 150 Meter Breite hatten; die einen waren isolirt, zuweilen gabelförmig und häufig noch von andern Rissen senkrecht durchschnitten (Fig. 8); andere waren strahlenförmig um

Fig. 8.

einen Mittelpunkt, ähnlich einer zerbrochenen Glasscheibe, vereinigt (Fig. 9). Die einen, die im Mo-

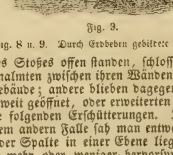


Fig. 9.

Fig. 8 u. 9. Durch Erdbeben gebildete Spalten.

mente des Stoßes offen standen, schlossen sich plötzlich und zermalmten zwischen ihren Wänden die verschlungenen Gebäude; andere blieben dagegen nach der Bewegung weit geöffnet, oder erweiterten sich noch mehr durch die folgenden Erschütterungen. Jn dem einen wie in dem andern Falle sah man entweder die beiden Ränder der Spalte in einer Ebene liegend, oder sah man ein mehr oder weniger hervorspringendes Gewölbe (Fig. 10), oder ragte der eine Theil weit über den andern empor (Fig. 11 und 12), so daß also

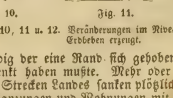


Fig. 10. Fig. 11. Fig 12.

Fig. 10, 11 u. 12. Veränderungen im Niveau, durch die Erdbeben erzeugt.

nothwendig der eine Rand sich gehoben und der andere gesenkt haben mußte. Mehr oder weniger ausgedehnte Strecken Landes sanken plötzlich in die Tiefe, dabei Pflanzungen und Wohnungen mit sich fortziehend und einen Abgrund mit senkrechten, 80 bis 100 Meter tiefen Wänden hinter sich lassend. Jn gewissen Fällen drang unmittelbar aus dem Boden dieser Höhlen eine ungeheure Wassermasse, und entstanden mehr oder weniger große Seen, die manchmal keinen sichtbaren Abfluß zeigten, und wo anders ungeheure Ströme lieferten. Dagegen wurden in andern Fällen ganze Flüsse durch die Risse und Klüfte des Bodens verschluckt, wo sie sich entweder nur für eine Zeitlang oder für immer verloren.

Aber außer den zahlreichen Spalten und den verschiedenen Klüften, welche die Gewässer in sich aufnahmen, dafür neue lieferten, ihnen einen neuen Lauf gaben, geschah es auch, daß ganze Felsmassen in die Thäler hinabstürzten und die Gewässer in ihrem Laufe hemmten, die dann alsbald in dem oberen

Theile des Thales Seen bildeten. Die angesammelten Gewässer machten sich von neuem Bahn, entweder dadurch, daß sie an gewissen Stellen die Thalwände durchbrachen, oder einige Spalten der Gebirge erweiterten; oder auch wohl das neue Hinderniß durchfraßen und es entweder ganz oder theilweise über den Haufen warfen. Daher die furchtbaren Eisbrüche und ungeheuren Ströme, welche ungeheure Felsmassen mit sich fortrollten und deren Verheerungen eben so unbeilvoll wurden als die Erdbeben selbst, und indem sie sich ein neues Bett gruben, oder das alte erweiterten und tiefer machten, ihren Lauf durch die Trümmer, die sie mit sich fortrollten und allmählig absetzten, bezeichneten.

Der Hauptschauplatz des Erdbebens war zwar zwischen Oppido und Soriano, aber es zog sich auch über die Meerenge bis nach Messina fort; vor dieser Stadt wurde mehr als die Hälfte zerstört, und 29 Marktflecken und Dörfer wurden gerade zu verschlungen. Der Grund des Meeres senkte sich und wurde an verschiedenen Stellen umgestürzt. Das Ufer wurde durch Spalten zerrissen, und der ganze Boden längs des Hafens von Messina neigte sich gegen das Meer hin, indem es sich plötzlich um mehrere Decimeter senkte; das Vorgebirge, das den Eintritt desselben bildete, war in einem Augenblicke verschwunden.

§. 19. **Verschiedene Hebungen und Senkungen.** – Die Erdbeben, die zwischen den Küsten von Chile in den Jahren 1822, 1835 und 1837 stattfanden, haben nicht weniger merkwürdige Folgen gehabt. Verschiedene Theile der Küste von Valdivia an bis Valparaiso, d. h. in einer Ausdehnung von mehr als 200 Stunden, haben sich merklich über das Wasser gehoben, ebenso auch verschiedene benachbarte Inseln; an demselben Phänomen nahm auch der Boden des Meeres auf eine beträchtliche Distanz hinaus Theil. An den Küsten haben sich bis dahin unter dem Wasser verstreckte Felsen 2—3 Meter hoch über das Niveau desselben, sammt den Muscheln, die auf ihrer Oberfläche lebten, gehoben; Flüsse, die an diesen Küsten ausmünden, sind da durchwatbar geworden, wo sonst kleine Briggs fahren konnten; im Meere haben ganz bekannte Ankerplätze an Tiefe in denselben Verhältnisse abgenommen, und an verschiedenen Punkten, die man sonst leicht passiren konnte, setzen sich Untiefen solchen Schiffen entgegen, die zu ihrer Fahrt viel Wasser bedürfen.

Etwas Aehnliches geschah in Indien während des Jahres 1819; ein 50 Meilen langer und 16 Meilen breiter Hügel erhob sich mitten in einem ehemals platten und ebenen Lande, und hemmte den Lauf des Indus. Dagegen senkte sich das Land weiter gegen Süden und parallel mit derselben Richtung, und zog mit sich das Dorf und Fort Sindre, welches, obgleich bald unter Wasser gesetzt, stehen blieb. Die östliche Mündung des Flusses wurde an mehreren Stellen tiefer, und gewisse Theile seines Bettes, die sonst durchwatet werden konnten, waren mit Einem Male nicht mehr durchwatbar.

Die Erzählungen aller Zeiten und Orten berichten uns ganz ähnliche Thatsachen. Ueberall ist es die Rede von einem Zerspalten des Bodens, von tiefen Abgründen, in welche Städte, ja ganze Gegenden sanken, und aus welchen sich mephitische Dünste, enorme, bald warme, bald kalte Wassermassen, manchmal sogar Flammen sich erhoben; oder spricht man von Ebenen, die plötzlich zu Gebirgen geworden sind, von Untiefen, die sich mitten im Meere gebildet haben, von gespaltenen, zerrissenen und umgestürzten Bergen, von bergigen Terrains, von hundert Meilen langen Felsen, die mit einem Male eben gemacht und durch See'n ersetzt worden sind. Flüssende Gewässer haben entweder ihren Lauf verändert, oder haben sich in einen Abgrund verloren; See'n trocknen aus, indem sie ihre Dämme durchbrechen, oder verlieren sich in unterirdischen Abflußkanälen, die sich plötzlich bildeten; an einem andern Orte erschließen sich dagegen ungeheure Quellen, die neue Flüsse erzeugen, welche aus einer Felsenspalte hervorspringen, ohne daß man wüßte, woher sie kommen. Warme Quellen sind plötzlich erkaltet oder vertrocknet, andere zeigen sich dagegen da, wo sonst keine waren. Alle diese Phänomene deuten offenbar auf Risse und Spalten hin, die sich im Boden erzeugen und oft neue Kanäle für die Gewässer bilden, die zuvor darin in Umlauf gesetzt werden konnten.

Die Erscheinungen, die auf die Meeresküsten sich beziehen, werden von den Autoren oft auf eine eigenthümliche Weise beschrieben; selten findet man eine deutliche Erklärung von der Erhebung des Bodens, und es wird dieselbe Sache bloß in andern Ausdrücken wieder gegeben. So sagen die einen, daß sich das Meer mehr oder weniger weit zurückgezogen, und sein Bett entweder bloß einige Augenblicke lang oder für beständig trocken gelassen habe; während dagegen andere behaupten, daß das Meer mehr oder weniger hohe Küsten verschlungen habe. Wir übersetzen diese Angaben mit den Ausdrücken von Schwankung des Bodens, wenn das Phänomen bloß vorübergehend ist, und von gehobenen oder gesenkten Küsten, wenn es permanent ist, weil wir diese Wirkungen auf die festen Theile der Erde und nicht auf das Meer, dessen Niveau unveränderlich ist, beziehen (§. 20).

Ueberall finden wir die nämlichen Thatsachen wieder — in den neuern Erzählungen, wie in den ältesten Sagen; und was wir in unsern Tagen sehen, macht das, was uns von den ältesten Zeiten überliefert worden ist, höchst wahrscheinlich. Wer würde es heutigen Tages wagen, Plinius einer förmlichen Lüge zu zeihen, weil er, wie es die Geschichtschreiber sagen, berichtete, daß durch ein Erdbeben Sicilien von Italien, die Insel Cypern von Syrien, und die Insel Euböa (Negroponte) von Beotien ꝛc. getrennt worden sei? Wir könnten nicht einmal mit Bestimmtheit läugnen, daß das, nach den ägyptischen Traditionen in einem Tag und einer Nacht im Meere untergegangene Atlantis existirt habe.

Alle diese Beobachtungen zusammen zeigen uns offenbar, daß lange Zeit hindurch ungeheure Erhebungen und Senkungen sich bildeten, wodurch erst die Erdoberfläche ihre jetzige Gestalt gewann.

§. 20. **Unveränderlichkeit im Niveau des Meeres.** — Wir haben so eben gesenkte und gehobene Küsten zugegeben, und die Unveränderlichkeit im Niveau des Meeres als Grundsatz aufgestellt; da aber diese Behauptung den allgemein verbreiteten Vorstellungen, und selbst den in den meisten geologischen Lehrbüchern ausgesprochenen Meinungen zuwiderläuft, so muß man sie nothwendig auf eine Demonstration stützen. Die Gesetze der Hydrostatik lehren uns nämlich, daß eine Flüssigkeitsmasse in einem Punkte ihrer Oberfläche weder ein permanentes Steigen, noch ein permanentes Fallen darstellen kann, und daß sich das Niveau überall herstellen muß. Daraus folgt nun, daß das Niveau des Meeres nicht in einem Punkt stationär bleiben kann, ohne sich zugleich an allen andern Punkten zu erhalten, und daß die Gewässer nicht an einer Stelle steigen oder fallen können, ohne die nämlichen Veränderungen in allen Punkten desselben Beckens zu erleiden. Es sind uns Tausende von Lokalitäten bekannt, wo die Oberfläche der Meere seit den ältesten geschichtlichen Zeiten auch nicht die geringste Veränderung erlitten hat; das Niveau hat sich also nicht verändert, und diese Unveränderlichkeit ist die zuverlässigste Thatsache, die wir kennen, weil alle Zeiten den Beweis dafür lie-

ferten. Wenn man auf der andern Seite den Unterschied sieht, der sich an der Küste von Chile ausspricht und daher, wie die Bewohner dieses Landes, zu der Annahme veranlaßt wird, daß sich das Meer zurückgezogen habe, d. h. daß es in seinen Bezirken gefallen sei, so wird man auch, wie die Bewohner von Californien, Peru, Brasilien, vom Cap der guten Hoffnung ꝛc., sagen müssen, daß das Meer in derselben Zeit an diesen Oertern keine Veränderung erlitten habe. Eben so könnte man auch mit dem Bewohner von Indien annehmen, daß sich das Meer am Grunde des arabischen Meerbusens gehoben habe, und man würde finden, daß dieselbe Erscheinung in verschiedenen Epochen an den Küsten von Portugal, in der Meerenge von Messina ꝛc., Statt gefunden habe. Alle diese Umstände sind mit einander unvereinbar und gegen die Gesetze des Gleichgewichts der Flüssigkeiten, und wir schließen daraus, daß man anstatt der Unveränderlichkeit des bewohnbaren Bodens, welche ein ähnlicher Irrthum, wie die Idee von der Unbeweglichkeit der Erdkugel, hervorgerufen hat, die Unveränderlichkeit der Meere zugeben muß, indem man weiß, daß die feste Oberfläche unseres Planeten der Hebungen, Senkungen und Umwälzungen jeder Art fähig ist.

§. 21. **Langsame Erhebung Schwedens u. s. w.** — Die Meinung, daß sich die Wassermasse des Meeres vermindere, oder mit andern Worten, daß das Niveau des Meeres sinke, fand sich schon bei den ältesten Naturforschern; aber es war weiter nichts als eine Betrachtungsweise, und es unternahm die Akademie von Upsala im Jahre 1731, die Sache zu constatiren. Man machte an Felsen, genau an der Stelle, die gleiche Höhe mit dem Niveau des Meeres hatte, Einschnitte, und bemerkte nach Verfluß einiger Jahre, daß sich diese um mehrere Centimeter über dem Wasser befanden, woraus man denn schloß, daß das Niveau des baltischen Meeres gesunken sei. Dieser Schluß fand aber sogleich Widersprüche, daher wiederholte man die Beobachtungen, die noch bis auf unsere Zeit fortgesetzt wurden. Es ergab sich nun wirklich, daß es in mehreren Punkten eine merkliche und ununterbrochene Einsenkung im Niveau des Meeres gibt; allein es erwies sich auch zugleich, daß diese Einsenkung nicht immer dieselbe ist, denn sie beträgt an einigen Punkten mehrere Centimeter, und an andern nur einige Millimeter; dagegen scheint das Niveau an den Küsten von Skane (Schonen) gestiegen zu sein, denn die ehemals in gleicher Höhe mit dem Wasserspiegel gemachten Zeichen finden sich jetzt unter demselben.

Aus diesen Thatsachen kann man den sichern Schluß ziehen, daß sich das Niveau des baltischen Meeres nicht mehr als das aller Meere verändert, sondern daß sich in Finnland und in einem großen Theil Schwedens der Boden stufenweise, ohne einen merklichen Stoß erhebt, während er sich im südlichen Theil der Halbinsel auf die nämliche Weise senkt.

§. 22. **Langsame und fortschreitende Senkungen.** — Wir haben bereits von der langsamen und fortschreitenden Senkung der Küsten von Schonen gesprochen. Diese Senkung ist auf eine unläugbare Weise durch Proben, mit denen man schon zur Zeit Linné's anfing, und durch verschiedene historische Thatsachen erwiesen worden. Es ist heut zu Tag außer Zweifel, daß schon seit vier Jahrhunderten sich die Westküste von Grönland in einer Ausdehnung von Norden nach Süden, die mehr als 200 franz. Meilen beträgt, ohne Unterbrechung gesenkt hat; vormalige Bauten sind eben so sehr auf niedern Inseln als auf dem Continente allmählig unter Wasser gesetzt worden, und häufig sah man sich genöthigt, verschiedene am Ufer gegründete Etablissements weiter in das Land hinein zu verlegen. Auch hat man Senkungen auf gewissen Inseln des Südmeeres angegeben; doch sind in diesen von den Geologen so wenig besuchten Gegenden die Thatsachen noch nicht hinreichend begründet (siehe Madreporenriffe). —

Auch ist es sehr merkwürdig, daß alle von Boussingault in den Andes vorgenommenen Messungen geringere Höhen angeben, als die 30 Jahre zuvor durch Herrn von Humboldt gemachten, woraus hervorzugehen scheint, daß sich in diesem Zeitraum die Gebirge dieses Continentes gesenkt haben, was übrigens auch mit einer andern wichtigen Beobachtung, nämlich mit der Erhebung der untern Schneegränzen dieser Gegenden, übereinstimmen würde.

§. 23. **Allgemeine Folgerung.** — Es muß nun als sehr begründet erscheinen, daß die Erdbeben große Veränderungen auf der Erdoberfläche hervorzubringen vermögen, weil in unsern Tagen weit ausgedehnte Gegenden allmählig über das Niveau der Meere gehoben werden konnten. Nicht weniger evident ist es, daß ein langsamer Prozeß vor sich geht, durch welchen verschiedene Theile unserer Continente sich gleichfalls allmählig heben konnten, und daß dagegen sowohl allmählige Senkungen als plötzliche Versenkungen stattfinden können, die ohne Zweifel correlative Phänomene sind.

Alle diese so merkwürdigen Umstände scheinen jedoch nichts sehr Ueberraschendes an sich zu haben, wenn man über das ungeheure Mißverhältniß nachdenkt, welches zwischen der Dicke der festen Erdrinde und der von ihr bedeckten flüssigen Masse herrscht. Ist es denn so etwas Erstaunliches, wenn eine Rinde, die verhältnißmäßig so dünn ist als ein geschlagenes Goldplättchen auf einer Orange, bei der geringsten Bewegung der darunter liegenden Masse auf jede Weise beschädigt wird, besonders wenn man bemerkt, daß, weil ohne Zweifel ähnliche Bewegungen seit dem Festwerden der ersten dünnen Haut der Oberfläche stattgefunden haben, alle nachfolgenden Krusten in allen Richtungen gespalten oder zerrissen werden mußten und daher ihre Masse nicht den Widerstand- einer ununterbrochenen Hülle haben kann? In den folgenden Paragraphen werden wir noch auf andere Wirkungen zu sprechen kommen.

II. Vulkanische Erscheinungen.

§. 24. **Allgemeine Begriffe. Ausbruch, Eruption.** — Die vulkanischen Erscheinungen stehen mit den Erdbeben in engster Verbindung; sie sind gleichsam die Endresultate davon. Wenn sich bei den Erschütterungen und Erhebungen des Bodens die Erdkruste tief durchspalten findet, so stellt sich eine entweder vorübergehende oder permanente Communikation zwischen dem Innern der Erde und dem Aeußern her, und entweichen alsdann verschiedene Arten von Mineralsubstanzen aus dem Schooße der Erde.* Die Oeffnungen (Risse, Spalten), woraus verschiedene Gasarten, warmes oder kaltes, einfaches oder schwefelsaures Wasser, und manchmal auch Schlamm hervorkommen, sind die einfachsten, vorübergehenden Resultate. Aber häufig finden auch durch den gehobenen und durchbrochenen Boden unter heftigen Detonationen Ausbrüche Statt, welche alle Trümmer des Bodens weit hinausschleudern, wie es auf St. Michael, einer der Azoren, im Jahre 1522 geschehen zu sein scheint, wo die Trümmer zweier Hügel die ganze Stadt Villa-Nova bedeckten. Gewöhnlich werden zu gleicher Zeit weiß glühende, verschlackte, bimssteinartige und geschmolzene Massen ausgeworfen, * die bald weit hinausgeschleudert werden oder an den Abhängen herabfließen, bald an der Stelle, wo sie zu Tage

* Siehe Mineralogie über die Beschaffenheit der Mineralien, besonders aus der Zeltspathgruppe, die wir im Verlauf der Geologie anzuführen haben werden.

gefördert werden, auf mehr oder minder beträchtlichen Höhen sich anhäufen; dies findet an sehr vielen Orten Statt, von denen wir einige als Beispiele anführen werden.

§. 25. **Ausbruch auf der Insel St. Georg.** — Es war im Mai 1808, als sich auf der Insel St. Georg, einer der Azoren, mitten auf angebauten Feldern, der Boden, nachdem er sich zuvor gehoben hatte, an mehreren Punkten mit einem furchtbaren Getöse öffnete. Es bildete sich zuerst eine weite Höhle oder Krater, 9 bis 10 Hektaren groß, hierauf eine kleine in einer Entfernung von einer Meile, und endlich noch 12 bis 15 andere kleine Krater auf der gespaltenen Oberfläche. Eine ungeheure Menge Schlacken und Bimssteine wurden weit hinausgeworfen, und bedeckten in einer Ausdehnung von 4 Meilen Länge und 1 Meile Breite den Boden 1½ Meter tief. Hierauf sah man Ströme geschmolzener Massen mehr als drei Wochen lang ohne Unterbrechung aus dem Krater in das Meer sich ergießen.

§. 26. **Monte-Nuovo.** — Der Monte-Nuovo, der sich im Jahre 1538 am Meerbusen von Baia, an der Küste von Neapel, gebildet hatte, liefert uns noch ein Beispiel von einem ähnlichen Ausbruch. Heftige Erdbeben dauerten hier schon seit zwei Jahren: am 27. und 28. September ruhten dieselben weder bei Tag noch bei Nacht aus; die Ebene, die sich zwischen dem Avernosee, dem Monte-Barbaro und dem Meere befand, wurde alsdann in die Höhe gehoben und gespalten, u. s. w. (Pietro Giacomo di Toledo). Hierauf sah man eine große Bodenstrecke sich heben und die Form eines im Entstehen begriffenen Berges annehmen; in der darauf folgenden Nacht öffnete sich dieser kleine Erdhügelmit einem großen Geräusch und spie große Flammen, sowie Bimssteine, andere Steine und Asche aus (Porzio). Die Bimssteine rührten von der Erhebung des Bodens, welcher in ganz Campanien aus den Trümmern dieser Mineralsubstanzen besteht, die Steine und Asche dagegen von der Eruption selbst her. Man sieht noch heute auf dem südlichen Abhang des Berges einen Streifen von Schlacken, und an der Spitze desselben den Ueberrest von dem Krater, der sie auswarf. Der Ausbruch dauerte sieben Tage lang, und die ausgeworfene Masse füllte einen Theil des Lucrinsee an. Seitdem hat hier fortwährend die vollkommenste Ruhe geherrscht.

§. 27. **Jorullo.** — Etwas Aehnliches, aber von besondern Umständen begleitet, finden wir in dem, was zu Mechoacan bei der Stadt Urio, am 29. September 1759, nach zwei Monate langen Erdbeben geschah. Auf einer mit Zuckerrohr und Indigo bedeckten und von zwei Bächen durchschnittenen Ebene bildete sich, wie Herr von Humboldt berichtet, in in einer Nacht ein am Centrum 160 Meter hoher Buckel, der von Tausenden kleiner rauchender Kegeln bedeckt war, in deren Mitte sich sechs große in einer Linie gelegene Hügel (Fig. 13) in der Richtung der Vulkane Colima und Popocatepetl erhoben. Der höchste dieser sechs Hügel, Jorullo genannt, war mehr als 500 Meter über der Ebene; an seinen Abhängen floß eine Menge Lava herab.

§. 28. **Der Vesuv.** — Etwas Aehnliches mußte am Versuv vorgegangen sein, denn Strabo beschreibt diesen Berg, ohne auf irgend eine Weise von dem so merkwürdigen Kegel zu sprechen, der sich gegenwärtig daran findet (Fig. 14), und den Strabo, wäre er damals schon vohanden gewesen, gewiß auch angegeben hätte. Es ist also evident, daß dieser Kegel damals gar nicht vorhanden war; aber die Spitzen oder Gräte, die sich an der Nordseite in einem Halbkreis erheben und die sogenannte Somma bilden, waren wahrscheinlich ein Theil von einem vollständigen Kreise, dessen südliche, weit tiefer liegende und von der andern durch eine Diametralspalte getrennte Hälfte an der Ostseite nur noch eine Spur zeigt und an der Westseite durch die Bimssteintuffe des Salvators bloß noch angedeutet ist. Der Berg, welcher vielleicht, wie Fig. 15, aussah, „war", wie Strabo sagt, „an seinen Abhängen außerordentlich fruchtbar und bot eine abgestumpfte, großentheils ebene und ganz die Spitze bar, die ein verbranntes Aussehen hatte. Pohlen zeigte, die von Spalten und verkalkten Steinen angefüllt waren, woraus man vermuthen konnte, daß diese Oerter ehemals brennende Krater gewesen sind." Alles veranlaßt uns zu glauben, daß der Kegel, der heutigen Tages allein noch den Namen Vesuv hat, dessen sämmtliche Produkte von den Felsarten der Somma verschieden sind, sich erst weit später, und wahrscheinlich erst nach dem berühmten Ausbruch vom Jahr 79, welcher einem römischen Naturforscher das Leben kostete, sich bildete. Ohne Zweifel hat sich damals ein permanenter Kanal mitten durch die Stoffe hindurch gebildet, welche sich unter der Form eines Domes erhoben und welche die darauffolgenden Schlacken einhüllten. Diese Katastrophe scheint wenig Laven, aber einen fürchterlichen Umsturz hervorgebracht zu haben, „der einen großen Theil des Berges in das Meer hinunterwarf" (Plinius der Jüngere), und Herkulanum und Pompeji zwar nicht unter die Ströme geschmolzener Massen vergrub, wie man gewöhnlich sagt, sondern unter Lawinen von Bimssteintrümmern, die schon zuvor auf dem Abhange des Berges vorhanden waren, denn der Vesuv selbst hat niemals ein Atom derselben erzeugt. Wenn der ganze, dem Meer zugekehrte

Fig. 14. Ansicht vom jetzigen Vesuv.

Fig. 15. Der Vesuv zu Strabo's Zeit.

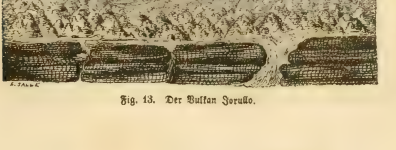


Fig. 13. Der Vulkan Jorullo.

sübliche Abhang jetzt von Lauen ausgefüllt ist, so ist es evident, daß derselbe vor der Bildung des permanenten Vulkanes von Bimssteintuffen bedeckt war, von denen man an verschiedenen Punkten noch Spuren sieht, und welche weit hinauf den ganzen äußern Abhang der Somma und selbst noch jetzt ganz Campanien bedecken (§. 26).

§. 29. **Definition eines Vulkans.** — Bei diesen Ereignissen, zu welchen wir keine weiteren Beispiele hinzufügen wollen, geschieht es oft, daß sich der Schlund in der Tiefe verstopft und sich wie beim Monte-Nuovo eine vollständige Ruhe herstellt. Dagegen bildet sich in andern Umständen an einer und derselben Stelle ein bleibender Kanal, entweder unmittelbar oder nach mehreren Stößen. In diesen Fällen bildet sich manchmal ein unausgesetzt thätiger Feuerherd, woraus eine Menge Gase entweichen, wo die Lava beständig kocht und aus welchem ohne Unterbrechung Schlacken geworfen werden; dies findet z. B. bei dem Stromboli schon seit dem höchsten Alterthum Statt. Anderswo verstopft sich der Kanal in seinem obern Theile eine Zeitlang; aber das Hinderniß wird schon durch die geringste Kraft beseitigt oder es erzeugt sich in der Nähe eine neue Oeffnung durch irgend einen Riß (Fig. 16), welcher mit dem Hauptkanal anastomosirt. In allen Fällen geht daraus ein Mittelpunkt von einer leichten, ungehinderten Communikation zwischen dem Innern der Erde und der Außenwelt, d. h., ein Vulkan oder Feuerberg hervor.

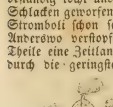


Fig. 16. Vulkanische Kanäle.

Diese leichte Communikation ist vielleicht ein Schutzmittel gegen die Heftigkeit der Erdbeben; und man bemerkt auch in der That, daß von dem Augenblick an, wo ein Ausbruch Statt findet, die Stöße, die man bis dahin verspürte, jetzt nicht nur weniger stark, sondern auch weniger zahlreich werden oder selbst ganz aufhören. So wurde z. B. dem Erdbeben von Caracas, das im Jahre 1812 Statt fand, durch den Ausbruch des Vulkanes auf St. Vincent ein Ende gemacht; eben so ließen auch der Vulkan von Jorullo und der Ausbruch des Monte-Nuovo die Erderschütterungen aufhören, welche die umgebenden Gegenden verwüsteten u. s. w. Dagegen scheint es wiederum, daß, wenn ein Vulkan thätig wird, die Erdbeben sich fundgeben: so wurde z. B. im Jahre 1797, als der Vulkan von Purace in der Nähe der Stadt Popayan aufgehört hatte, Flammen und Rauch zu speien, das Thal von Quito von heftigen Erdstößen heimgesucht. Die Vulkane scheinen demnach natürliche Luftlöcher zu sein, die von der Vorsehung geschaffen wurden, um dem gänzlichen Zusammenstürzen unseres Planeten und seinem unvermeidlichen Zerbersten in Stücke, welche, in den Raum hinausgeworfen, daselbst neue Himmelskörper bilden könnten, zuvorzukommen.

§. 30. **Unterseeische Eruptionen.** — Die vulkanischen Phänomene gehen nicht bloß auf dem trockenen Lande vor sich; sie finden auch unter den Meeren Statt, was man auch in der That voraussehen konnte. In unsern Tagen haben wir auf eine solche Weise die Insel Julia im Jahre 1831, südöstlich von Sicilien, sich bilden sehen; so auch Bogoslaw im Jahre 1814 im Archipel der Aleuten; Sabrina und eine andere, die nicht benannt wurde, im Jahre 1811 in den Azoren, wo sich übrigens nach ganz authentischen Erzählungen in verschiedenen Zeiten solche bildeten. Ebenso erhoben sich Inseln zu wiederholten Malen um Island herum; auch sprechen die verschiedenen Erzählungen von Inseln, die auf gleiche Weise in den Sundainseln, in den Philippinen und Molukken, im ganzen großen Ocean, in den Kurilen u. s. w. entstanden sind.

Vulkan von Unalaschka. — Eines der schönsten Beispiele ist jene Insel, die sich im Jahre 1796, 10 Meilen weit von der nördlichen Spitze von Unalaschka, einer der Aleuten, erhob. Zuerst sah man aus dem Meere eine Rauchsäule aufsteigen; hierauf erschien auf der Oberfläche des Wassers ein schwarzer Punkt, aus dessen Gipfel Garben von Feuer und Steinen mit großer Gewalt ausgeworfen wurden. Dieses Phänomen dauerte mehrere Monate lang; während dieser Zeit nahm die Insel an Breite und Höhe allmählig zu; später trat aus derselben nur noch Rauch, welcher 4 Jahre nachher ganz aufhörte. Die Insel fuhr jedoch ohne sichtbaren Auswurf in ihrer Vergrößerung fort, und bildete im Jahre 1806 einen Kegel, den man von Unalaschka aus wahrnahm, auf welchem sich noch vier andere kleinere an der Nordwestseite befanden.

Santorin. — Ebenso finden wir im mittelländischen Meere ein schönes Beispiel von unterseeischen Ausbrüchen in der Mitte des Raumes zwischen den Inseln Santorin, Theresia und Aspronisi (Fig. 17), welche, den Alten zufolge, über dem Wasser mehrere Jahrhunderte vor Christus im Gefolge heftiger Erdbeben erschienen. In diesem Kreise oder Gürtel erhob sich zuerst Diera, 186 Jahre vor unserer Zeitrechnung, welche hierauf durch kleine Inseln, die an ihren Rändern in den Jahren 19, 726, 1427 sich erhoben hatten, größer wurde; ganz ebenso bildeten sich später auch Micra-Kameni im Jahre 1573, und Nea-Kameni im Jahre 1707, welche allmählig in den Jahren 1709, 1711, 1712 u. s. w. an Größe zunahmen. Auf keiner dieser Inseln hat sich ein Krater gebildet, und alles, was wir darauf sehen, ist bloß das Erscheinen vulkanischer Stoffe unter der Form eines Domes, welche die Mündung, durch welche sie herausgetreten sind, bedeckt zu haben scheinen. Es gibt also hier keine Vulkane nach der gegebenen Definition, aber vielleicht ist es ein Streben, in der Folge einen solchen zu bilden. Die Inseln Milo, Argentiera, Polino, Policandro, Poros u. s. w. sind aus den nämlichen Massen gebildet, und wahrscheinlich auch auf dieselbe Weise entstanden; dies berichten übrigens auch die alten Geschichtschreiber.

Fig. 17. Die Karte von Santorin und den benachbarten Inseln.

§. 31. **Was bei diesen Phänomenen vor sich geht.** — Diese unterseeischen Phänomene werden durch glühende Massen, die über das Wasser hinausgeworfen werden, durch Schlacken und Bimssteine, die auf der Oberfläche schwimmen, durch brennende Felsen, die in Mitte der Dampfwolken erschei-

nen, und durch das Kochen des Meerwassers, dessen Temperatur alsdann sehr bedeutend steigt, angekündigt. Wir haben dies in neuerer Zeit bei der Insel Julia, Sabrina u. s. w. gesehen, und ist auch von den Schriftstellern in allen Beziehungen mit den größten Details beschrieben worden. So hat uns z. B. der Pater Gorce die Erhebung des Nea-Kameni, die im Jahre 1707 Statt fand, berichtet, und alle Umstände, die er in diesem Bericht angibt, stimmen mit dem überein, was Strabo, Plinius, Plutarch, Justinus uns von dem Erscheinen Hiera's mitten unter Feuerflammen und einem heftigen Aufwallen des Meeres erzählen.

Die soeben angeführten Umstände finden sich jedoch nicht immer alle vereinigt. Manchmal zeigt sich kein festes Gestein über dem Wasser; so war es z. B. bei Kamtschatka im Jahre 1737, wo aus dem Wasser emporgestiegene Dampfwolken, eine heftige Aufwallung des Wassers und auf der Oberfläche desselben herumschwimmende Bimssteine Alles war, was man bemerken konnte; als man aber näher hinzukam, so erkannte man eine unterseeische Bergkette an der Stelle, wo vorher das Meer eine Tiefe von 200 Meter hatte. In gewissen Fällen kommen nicht einmal Dämpfe zum Vorschein und äußert sich die Erscheinung nur durch die Wärme des Wassers. Dies sah man im Jahre 1820 an der Insel Banda, in den Molukken, wo die Bai, die mehr als 100 Meter tief war, durch ein ruhiges Emporsteigen fester Basaltmassen, die wahrscheinlich schon vorher da waren, ein ziemlich hohes, aus großen übereinander gethürmten Blöcken zusammengesetztes Vorgebirge bildeten und sich blos durch die Wärme des Wassers ankündigten, ausgefüllt wurde. Es scheint selbst, daß sich oft nach den Ausbrüchen eine ruhige und langsame Erhebung bewerkstelligt, wie wir sie schon bei jener Insel angegeben haben, die sich vor Unalaschka gebildet hat, und wie aus den von Virlet auf Santorin gemachten Beobachtungen hervorgeht. Man fand auch in der That in dem Raume zwischen Mitra-Kameni und dem Hafen von Phira, wo man einen ziemlich schroffen unterseeischen Berg bemerkt, zu Anfang dieses Jahrhunderts 30 Meter Wasser über dem höchsten Theile; im Jahre 1830 aber nur noch 8 Meter, und 4 im Jahre 1834. Es ist zu vermuthen, daß bald eine neue Insel, d. h. die Spitze eines neuen Kegels und wahrscheinlich von ähnlichen Phänomenen begleitet, wie die früher erwähnten, in diesem Golfe zum Vorschein kommen wird.

Wir wollen hier noch die Bemerkung beifügen, daß die Inseln, die sich auf der Oberfläche der Meere erheben, sich nicht immer in unbegränzter Dauer erhalten. Viele verschwinden über kurz oder lang, entweder weil sie von den Wellen mehr oder weniger tief abgespült werden, wie man z. B. bei der Insel Julia annimmt, oder weil ihre Masse in darunter befindlichen Abgründen versinkt; dieser Umstand fand ohne Zweifel bei einer Insel Statt, die im Jahre 1719 bei St. Michael, einer der Azoren, aus dem Wasser sich erhob, und die man im Jahre 1723 verschwinden sah, wobei sie eine Tiefe von 133 Meter hinter sich ließ. Und was noch mehr heißen will: eine gewisse Insel, die sich in denselben Gewässern im Jahre 1638 erhoben hatte, zeigte heute an ihrer Stelle nur noch einen bodenlosen Abgrund.

§. 32. **Erhebungskrater.** — Die erste Wirkung eines vulkanischen Ausbruchs ist die, daß er mit Gewalt die Erdkruste in der Richtung durchbricht, welche die inneren Stoffe zu ihrem Entweichen genommen haben. Der Boden wird, von welcher Beschaffenheit er auch sein mag, zuerst in einer mehr oder weniger großen Ausdehnung gehoben, oder in der Form einer Glocke gewölbt und oft auf alle Arten gespalten; bald nachher bricht die Explosion aus und macht, gleich einer furchtbaren Mine, die gesprengt wird, eine trichterförmige Oeffnung, durch welche häufig die Gase und andere Stoffe, die diese Erscheinung hervorgerufen haben, entweichen. Diesen ersten oder anfänglichen Oeffnungen, die sich in der ganzen Ausdehnung des Bodens finden können, hat man den Namen **Erhebungskrater** gegeben, um sie in der Reihe der vulkanischen Phänomen von allem dem zu unterscheiden, was sich später bilden kann. Der Hügel selbst, der sich auf der Oberfläche des Bodens durch diese erstere Wirkung gebildet hat, wird oft **Erhebungskegel** genannt, um ihn von ähnlichen Hügeln zu unterscheiden, die sich häufig auch durch die Anhäufung der aus dem Vulkan geworfenen Massen bilden.

Beschaffenheit dieser Oeffnungen. — Was die Erhebungskrater besonders bezeichnet und es uns möglich macht, sie sogar an solchen Orten zu erkennen, wo keine Erinnerung mehr an einen Ausbruch geblieben ist, das ist die Anordnung oder Stellung der Schichten des gehobenen Bodens, die so sehr verschieden ist von dem, was man überall sonst wo beobachtet. Diese Schichten finden sich von allen Seiten um die Axe des Kegels geneigt, wie man an dem Durchschnitt, Fig. 18., sieht, wobei sie sich

Fig. 18. Lage der Schichten um einen Erhebungskrater herum.

mehr und mehr von der Basis gegen die Spitze erheben und ihren gebrochenen Theil dem Innern der Oeffnung zukehren. Der Monte-Nuovo bietet uns ein Beispiel im Kleinen dar: dieser Berg hat sich durch Erhebung des Bodens gebildet (§. 26), hat sich an seiner Spitze gespalten und hat Gase und glühende Stoffe nach außen geworfen; die Oeffnung, die man noch heutigen Tages unterfuchen kann, zeigt rings herum, unter einem Neigungswinkel von 30 Graden, die verschiedenen Schichten des Bodens, welche in dem ganzen übrigen Campanien sich in horizontaler Lage finden. Die gleichen Charaktere zeigt uns der Halbkreis der Somma in seinen geneigten Leuzitporphyrlagen, und eine Menge Lokalitäten, von denen wir später Gelegenheit zu sprechen haben werden, bieten uns analoge Verhältnisse dar.

Einen andern, nicht minder wichtigen und besonders dann nützlichen Charakter, wenn sich die gehobenen Massen nicht in Schichten theilen, sehen wir bei den großen Erhebungskratern an den Spalten, die sich von dem Rande der Abhänge bis zur äußern Basis des Berges ausdehnen und die Barancos, wie man sie auf den canarischen Inseln nennt, wo sie so merkwürdig sind, bilden. Dies sieht man besonders gut in der durch Leopold von Buch entworfenen bewunderungswürdigen Karte von der Insel Palma, die wir hier reduzirt wieder geben (Fig. 19). Eine dieser Barancos, die weit tiefer als die andern geht, setzt sich von dem Fuß des Berges bis zum Grund des Kraters fort, wie man auf der Karte, oder vielleicht besser noch an der Ansicht Fig. 20. sieht. Diesen letzteren Charakter bemerkt man fast immer in den verschiedenen Lokalitäten, wo sich etwas Aehnliches begeben hat, so wie auch auf den meisten Inseln, welche in neuerer Zeit aus dem Meere emporgestiegen sind; oft finden sich sogar mehrere Thäler von derselben Art.

§. 33. **Bemerkungen über die Bildung dieser Krater.** — Wir haben des Ausbruchs, welcher die Bildung der kraterförmigen Oeffnung an der Spitze der gehobenen Masse wirklich bestimmt, Erwähnung gethan; es ist jedoch nicht wahrscheinlich, daß der Umstand der bei den Erscheinungen auf Monte-Nuovo,

Fig. 19. Karte der Insel Palma.

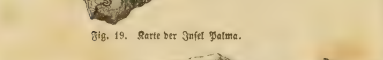


Fig. 20 Ansicht von der Insel Palma.

der Insel St. Georg u. s. w., seine Anwendung findet, sich beständig in allen Fällen gezeigt habe; er scheint selbst völlig unzulässig für gewisse weit ausgedehnte Krater, welche wir an sehr vielen Oertern kennen. Diese Explosion ist aber auch nicht einmal nothwendig; denn man begreift leicht, daß nach einer Spaltung des Bodens, wie in Fig. 9, welche ein wechselseitiges Resultat der Hebung ist, der Fall eintreten kann, daß sämmtliche stehen gebliebene Kegel (quilles) und sämmtliche längliche Spitzen zwischen den Spalten entweder im Momente selbst oder durch eine neue Wirkung sich umgestürzt finden. Es entsteht alsdann eine freie Höhle (Fig. 21), deren Grund sich durch die Aufhäufung sämmtlicher Trümmer gebildet hat, und deren Tiefe mit der Summe der durch die Brüche gebildeten, leeren Räume im Verhältniß steht. Auf einer andern Seite ist es klar, daß die Erhebung durch irgend eine flüssige oder gasförmige Substanz gebildet wird, welche auf die Erdrinde drückt und sie aufzuschwellen sucht. Tritt nun der Fall ein, daß diese Substanzen irgendwo einen Ausweg finden, oder sich sonstwo in die Eingeweide der Erde zurückziehen, so kann der gehobene Theil, welcher nun seiner Stütze beraubt ist, in die zurückgelassenen Abgründe sinken und daher einen ungeheuren leeren Raum in der Mitte des Berges erzeugen, der alsdann nichts mehr, als eine in

Fig. 21.

ihrer Mitte ausgehöhlte und an ihren Rändern gespaltene Masse bildet. Dies scheint in einer gewissen Anzahl Fälle, und namentlich beim Aetna, geschehen zu sein (Fig. 22), dessen östlicher Abhang eine weite Vertiefung, Val del Bove genannt, darstellt, welche von hohen, an verschiedenen Punkten gespaltenen Gräten begränzt ist.

Man glaube aber nicht, daß dieser Commentar bloß eine theoretische Betrachtung sei; wir haben sehr viele Beispiele von Einsenkungen, sogar außerhalb des Bereiches der Wirkungen, die von den Erdbeben herrühren (§. 18). An der Spitze vom Aetna findet sich z. B. eine 400 Meter tiefe Einsenkung, die sich vom Jahre 1832 datirt, und noch mehrere andere, die am Anfange des jetzigen Jahrhunderts oder am Ende des verflossenen sich bildeten. Häufig entstehen plötzlich See'n, zuweilen mit siedendem Wasser angefüllt, durch das Versinken des Bodens in Folge vulkanischer Eruptionen, wie z. B. im Jahre 1835 bei dem vormaligen Cäsarea in Cappadocien; im Jahre 1820 auf St. Michael, einer der Azoren, ꝛc. Selbst hohe vulkanische Berge sind plötzlich in Abgrund gesunken und durch tiefe See'n ersetzt worden, wie der Vulkan von Papandayon auf Java im Jahre 1772, welcher 40 auf seinen Abhängen stehende Dörfer mit sich fortriß; ebenso auch im Jahre 1638 der Pic auf den

Fig 22. Plan vom Aetna und seinen Umgebungen, nach dem Relief von Elie de Beaumont.

Molukken, den man zwölf Meilen weit entfernt im Meere wahrnahm. Wir wissen, daß die Spitze des Cargnaraizo, eines vulkanischen Doms, der hinsichtlich seiner Höhe mit dem Chimborazo rivalisirte, im Jahre 1698 einstürzte, und daß das gleiche Schicksal der Capac-Urcu hatte, der ebenfalls auf dem Plateau von Quito lag, kurze Zeit vor der Ankunft der Spanier in Amerika. — Solche Thatsachen, von

denen wir noch ziemlich viele andere Beispiele anführen könnten, reichen gewiß hin, um die theoretische Ansicht, die wir ausgesprochen haben, zu rechtfertigen.

§. 34. **Wirkungen, die auf die Erhebung folgen.** — Die kraterförmigen Höhlen sind manchmal so geblieben, wie der erste Ausbruch sie hervorgebracht hat; oft haben sich aber auch verschiedene vulkanische Erscheinungen erst nachher in verschiedenen Zeiten und auf verschiedene Arten geäußert. So hat sich der Kegel des Vesuvs (Fig. 14) im Jahre 79 in dem alten Erhebungskrater der Somma (§. 28) gebildet; so findet sich der Pic von Teneriffa in einem Kreise, dessen vertikale Wandungen 300 bis 600 Meter hoch sich erheben; so liegt auch der Vulkan Taal auf der Insel Luçon, einer der Philippinen, in der Mitte einer mit Wasser angefüllten und von hohen Felsen, die bloß einen einzigen Eingang zwischen sich lassen, umgebenen Beckens ꝛc.

Die Inseln, welche sich an verschiedenen Oertern mitten in den Meeren erhoben haben, zeigen uns oft Phänomene von derselben Art. So zeigen sich die lange Zeit vor der christlichen Zeitrechnung aus dem Meere emporgestiegenen Inseln Santorin, Theresia, Aspronisi (Fig. 17) als die Ränder eines weiten Erhebungskraters. Ihre Abhänge (Fig. 23) sind nach außen sanft, dagegen stark abschießend gegen den Mittelpunkt des Kreises, von dem sie die Ränder bilden. Der Boden ist aus verschiedenen auswärts geneigten Schichten zusammengesetzt, worunter sich Kalk und Thonschiefer finden (Mineralogie, Art. Glimmerschiefer u. s. w.), welche man besonders auf den beiden St. Elias von Santorin beobachtet, und wovon sich Spuren auf Theresia zeigen. In der Mitte des Kreises, der an den Rändern eine bedeutende Tiefe hat, sind die später erfolgten Phänomene alle vor sich gegangen, sind allmählig die Spitzen der Kegel erschienen, welche die drei neuen Inseln bilden (§. 30), und bereiten sich noch neue Eruptionen vor (§. 31).

Etwas Aehnliches zeigt sich im bengalischen Meerbusen auf der im Jahre 1787 entdeckten Insel Barren. Es ist dies ein weiter, durch hohe Berge gebildeter Kreis (Fig. 24), in welchen das Meer durch eine einzige Oeffnung eindringt und welcher in seinem Mittelpunkt einen Vulkan darbietet, den man zur Zeit seiner Entdeckung in voller Thätigkeit fand.

§. 35. **Analoge Bildungen auf den vulkanischen Inseln.** — Die verschiedenen vulkanischen Inseln, die sich unter unsern Augen mitten im Meere bildeten, zeigen uns Umstände, die ganz denen analog sind, die wir schon beschrieben haben; so stellte die Insel Sabrina im Momente ihres Erscheinens einen Krater dar, der sich gegen Süden öffnete (Fig. 25 u. 26) und in einer Spalte endigte, woraus ein Strom kochenden Wassers floß; die Insel Julia mußte nach den Erzählungen etwas Aehnliches darbieten und wird noch durch eine von Poeppig uns überlieferte Erzählung des Kapitäns Thayer gezeigt. Am 6. September 1835 war im Norden von Neuseeland jener Schiffer beinahe Zeuge von einer unterseeischen Eruption, welche ihm einen ringförmigen Felsen darbot, der beinahe gleiche Höhe mit dem Wasserspiegel hatte und in dessen Mitte sich eine Lagune mit einem einzigen Ausgang und mit siedend heißem Wasser angefüllt befand. Diese Inseln scheinen nun nichts Anderes zu sein, als Spitzen von Domen, die wie jene des Meerbusens Santorin entweder plötzlich oder langsam gehoben worden, und deren Spitze sich, wie am Monte-Nuovo, gespalten hat (§. 26). Dies sind nun wahre Erhebungskrater oder Ausbruchskrater, wie man sie nennen mag; und als solche können sie bald feste Gesteine, bald verschiedene Tuffe oder sogar Schlacken, die sich an ihren Rändern aufbäuften, darbieten. Der azorische Archipel, der schon so oft aus der Tiefe des Meeres ähnliche Inseln hat entstehen sehen, welche die Zeit zerstört hat, zeigt uns eine, die deßhalb dem Untergang entgangen zu sein scheint, um uns zu zeigen, wie sich alle verschwundene gebildet hatten. Es ist der Felsen von Porto de Itheo, der einen weiten Kreis darstellt, in welchem die Schiffe einen Zufluchtsort finden, und dessen 130 Meter hohe Wände aus vulkanischem Tuff bestehen.

Diese Phänomene lassen uns den Ursprung einer ziemlich großen Anzahl Inseln, die sich in unsern Meeren finden (Fig. 27), sowohl durch die Analogie der Formen, die sie mit dem schon erwähnten darbieten, als durch ihre Beschaffenheit erkennen. Die

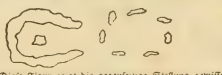


Fig 27. Diese Figur zeigt die gegenseitige Stellung gewisser Südseeinseln.

Fig. 25.

Fig. 23. Durchschnitt von Santorin und den nebenanliegenden Inseln.

Fig. 26.

Fig. 24 Ansicht von der Insel Barren im bengalischen Meerbusen.

Fig. 25 u. 26. Erscheinen und Form gewisser vulkanischer Inseln.

einen sind hufeisenförmig und haben eine mehr oder minder weite Oeffnung, durch welche man in das Innere des tiefen, von ihnen eingeschlossenen Beckens eindringen kann, in dessen Mitte sich manchmal einige isolirte vulkanische Kegel finden. Andere sind vollständig geschlossen, an einigen Punkten ihres Umfangs mehr oder weniger durchbrochene Kreise, d. h. Gruppen kleiner, kreisförmig zusammengestellter Inseln, die mehr oder minder über das Wasser hervorragen. Dies sind ebenso viele Thatsachen, welche ebenso gut an die verschiedenen, von uns angeführten Thatsachen, als an die unter unsern Augen gebildeten Inseln, wie z. B. die Insel Barren und Santorin, erinnern.

§. 36. **Verschiedene Epochen bei der Bildung eines Vulkanes.** — Man muß häufig in der Masse eines Feuerberges mehrere verschiedene Theile unterscheiden, wovon jeder einer besondern Bildungsweise entspricht. Die erste Erhabenheit ist im Allgemeinen die Folge einer Erhebung des schon vorhandenen Bodens, der irgend wie beschaffen sein kann. In der Folge spaltet sich der gehobene Boden und erzeugt entweder einen Erhebungskrater oder wie bei dem Jorullo einen Dom von einer zähen Masse, der sich deutlich von dem ersten Hügel unterscheidet, und zuletzt bildet sich in der Mitte des einen oder des andern ein permanentes Kamin. Hierauf beginnt oft die Bildung eines Endkegels vermittelst der verschlackten Substanzen, die durch das Lavabad gehoben werden, deren primitiver Kanal sich anfüllt und die sich an die Ränder der Oeffnung gestoßen oder in die Lüfte hinaus geschleudert finden, wovon sie wieder um den Eruptionsmittelpunkt herum niederfallen und alsdann zu Kegeln mit Abhängen von höchstens 30 bis 40 Graden sich aufhäufen. Diese lockeren Schlacken backen im Innern des Kamins zusammen, welches sie dann mehr und mehr durch allmählige Vorstechung verengen und somit dessen eigentlichen Durchmesser verbergen.

Es ist ein seltener Fall, daß man diese dreierlei Bildungen in einem und demselben Vulkane beisammen findet; aber immer erkennt man die durch Hebung hervorgebrachte Erhabenheit und den einen oder den andern secundären Dom. Auf Teneriffa ist ein an der Spitze durchbrochener Dom mitten aus dem Erhebungskrater emporgestiegen. Am Vesuve kann man, der constanten Festigkeit der Basis und verschiedenen andern Beobachtungen nach zu urtheilen, einen Centralkern vermuthen, der nach Art eines Domes sich im Jahre 79 gebildet, später von lockeren Substanzen bedeckt worden wäre, und an seiner Spitze einen wahren Schlackenkegel trägt. Am Aetna (Fig. 28) unterscheidet man ganz deutlich die ursprüngliche Erhabenheit mit Decken von alten Laven, mitten auf der leicht gewölbten Oberfläche, welche dieser ganze Theil der Insel darstellt; sie endigt in einer beinahe ebenen Fläche, dem Piano del Lago, auf deren Mitte sich der letzte Schlackenkegel erhebt, der von allen Seiten regelmäßig umschrieben und von der Basis, auf der er sich gebildet hat, deutlich abgesondert ist. Auf den Abhängen zeigen sich die kleinen Eruptionskegeln, die sich in verschiedenen Zeiten da und dort gebildet haben und die alsdann zur Wölbung des ganzen umgebenden Bodens beigetragen haben.

Es ist klar, daß die Schlackenkegel, die, wie wir bereits gesagt haben, über vulkanischen Abgründen aufgebaut sind, nur eine geringe Festigkeit besitzen können; auch verändern sie oft ihre Form bei jedem Ausbruch. Bald erhebt sich das Gebäude mehr und mehr; bald stürzen dagegen mehr oder weniger beträchtliche Stücke ein, daher auch allerlei Arten von tiefen Scharten oder Löchern an den Kegeln. Bisweilen wird die ganze Masse von den Abgründen verschlungen, die sie zuvor bedeckte und baut sich durch nachfolgende Eruptionen wieder auf. Dieses Schicksal traf den Endkegel des Aetna, der mehrere Male vollständig verschwunden ist und einen ungeheuren Schlund ohne Brustmauer mitten auf dem kleinen Plateau, welches die anfängliche Erhabenheit oder den zuerst gebildeten Buckel endigt, zurückließ. Am Vesuv scheint sich der obere Theil des Kegels niemals verändert zu haben.

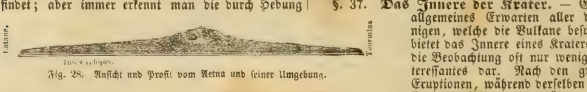


Fig. 28. Ansicht und Profil vom Aetna und seiner Umgebung.

Fig. 29. Krater vom Vesuv im Jahre 1829.

§. 37. **Das Innere der Krater.** — Gegen allgemeines Erwarten aller derjenigen, welche die Vulkane besuchen, bietet das Innere eines Kraters für die Beobachtung oft nur wenig Interessantes dar. Nach den großen Eruptionen, während derselben man sich dem Krater nicht nähern kann, sieht man an diesen kegelförmigen Schlünden, deren oberer Durchmesser mehr oder weniger groß ist und deren Grund häufig aus einem Deckel festgewordener Lava, die das Hauptkamin bedeckt, gebildet zu sein scheint, gewöhnlich bloß Schwefeldämpfe aufsteigen, die hin und wieder aus den Rissen des Bodens, den Zwischenräumen zwischen den Blöcken eingestürzter Lavamassen oder einer mehr oder minder großen Anzahl kleiner, an verschiedenen Plätzen emporgestiegener Kegel entweichen. Manchmal beobachtet man einen oder mehrere Abgründe, die entweder mit Dünsten erfüllt sind, welche beständig entweichen und die zugleich in der Tiefe die glühende Lava sehen lassen; oder in welchen dumpfe Stille und tiefes Dunkel herrscht, so daß sie zwar schreckenerregend sind, aber weder an die Imagination zu sprechen oder nur das geringste Interesse für die Beobachtung in Anspruch zu nehmen vermögen. In langen Zwischenräumen

zwischen den Krisen verschwinden oft die Spuren eines vulkanischen Ursprungs gänzlich; in gewissen Fällen bedecken sich die Wandungen der Krater mit Pflanzen, wie man z. B. von dem Vesuv vor dem Ausbruch im Jahre 1631 berichtet.

Es werden jedoch einige Beobachtungen gemacht, die berichtet zu werden verdienen. Der Krater von Stromboli, welcher sich schon seit den ältesten Zeiten in unaufhörlicher Thätigkeit befindet, zeigt noch heute Erscheinungen, die mit denjenigen identisch sind, die durch Spallanzani im Jahre 1788 beschrieben wurden. Er ist beständig mit geschmolzener Lava angefüllt, die sich in dem Krater unaufgesetzt hebt und senkt. An den Rand zu einer Höhe von 8 bis 10 Meter gelangt, schwellt diese Lava auf und bedeckt sich mit großen Blasen, die bald nachher mit einem Krachen auseinander platzen, wobei sie eine ungeheure Menge Gase entweichen lassen und verschlackte Substanzen auf alle Seiten hinaus schleudern. Unmittelbar nach der Explosion senkt sie sich wieder, steigt dann abermals in die Höhe, um die nämlichen Wirkungen hervorzubringen, die sich auf obengenannte Weise nach Zwischenräumen von einigen Minuten wiederholen.

Wenn die Lava von Stromboli weniger flüssig wäre, so begreift man leicht, daß sie, zu ihrer großen Höhe gelangt, still stehen, eine gewölbte Form annehmen, und als ein mehr oder weniger hoher Dom fest werden könnte, und daß, wenn alsdann in einem gewissen Momente eine Explosion ausbrechen würde, sich ein neuer Kegel mit einem Krater in der Mitte des alten befinden könnte. Dieses erklärt uns das, was häufig in den Vulkanen, z. B. am Vesuve (Fig. 29), vorkommt, wo sich Dome erheben, die mehr oder weniger lange andauerten, sich alsdann spalteten, den Laven einen freien Durchgang gestatteten und zuletzt in die unter ihnen gebliebenen Abgründe stürzten. Gewisse Krater, deren Grund eine ziemlich große Ausdehnung zeigen, schließen öfters mehr oder weniger hohe Hügel ein, die wahrscheinlich einen ähnlichen Ursprung gehabt haben, wie die, von uns angeführte; so ist es nun, daß eine unter der Form eines Deckels oder Mütze in einer gewissen Höhe angehaltene Lavamasse sich in verschiedenen Punkten aufgebläht habe, oder sei es, daß es in den verschiedenen Substanzen, welche die Höhle ausgefüllt hatten, Erhebungen Statt gefunden haben.

Manchmal findet man anstatt der Lava am Grunde der Krater kochenden Schwefel, wie man es am Vulcano und in einem höheren Grade am Vulkan Taal auf der Insel Lucon (§. 34), und an dem Vulkane von Azufral im Norden von Quito in den Andes gesehen hat; man führt auch Schwefelhügel und sogar Dome an, die, wie Boussingault es an dem Vulkan Pasto beobachtete, ganz aus diesem Stoffe bestehen.

Man findet heutigen Tages in den Reisebeschreibungen häufig den Krater vom Berge Kirauead auf der Insel Owaihi, eine der Sandwichsinseln, angeführt: diese weite Höhle, von der man sagt, daß sie 5 bis 6 Meilen im Umfang und 600 Meter Tiefe habe, zeigt mehrere Etagen, und ist mit einer Menge kleiner Kegel bedeckt, woraus Schwefeldämpfe entweichen. Durch die Spalten, die sich auf den Abhängen dieses weiten Kraters bilden, ergießen sich von Zeit zu Zeit Lavaströme, die ihre Richtung nach seinem Mittelpunkt nehmen. Auf seinem Grunde fand sich im Jahre 1832 eine Masse kochender Lava, die eine südliche Richtung mit einer Geschwindigkeit nahm, welche mehr als eine Meile in der Stunde betrug, ohne daß man erkennen konnte, durch was sie sich ergoß, und die ohne Zweifel irgend eine Spalte oder irgend eine tiefe Stelle im Meeresgrund erfüllte.

§. 38. **Solfataren.** — Es gibt sehr viele Krater, die seit langer Zeit keine Lava, dafür aber in mehr oder weniger reichlichem Maße Schwefeldämpfe geliefert haben, die aus einer Menge Spalten oder Rissе des Bodens und oft mit Wasserdampf entweichen. Daher auch der Name Solfataren, mit welchem man die verschiedenen Lokalitäten bezeichnet, wo diese Erscheinungen mehr oder weniger entwickelt sind. Es finden sich darunter solche, die immer in diesem Zustande gewesen zu sein scheinen: ein solcher ist z. B. im Königreich Neapel, die Solfatara von Pozzuoli, die einen weiten Erhebungskrater darstellt, auf dessen Grund sich zerbrochene vulkanische Gesteine befinden, die täglich durch die Dämpfe zerlegt werden. Diese Solfatara steigt bis zum höchsten Alterthum hinauf und scheint niemals etwas Anderes gebildet zu haben, als was man noch heute daran beobachtet. In ruhigen Momenten werden die Krater mehr oder minder energische Solfataren.

Es ist kein seltener Fall, daß man den Grund der Krater und Solfataren von einem oder mehreren See'n, die häufig sehr tief sind, ausgefüllt finden. Das Wasser, das sie enthalten, ist manchmal ziemlich rein, oft aber auch mit verschiedenen Salzen und Schwefel oder schwefeligen Säuren beladen, wie man am Vulkan Teschem, oder dem Mont-Dzienne auf der Insel Java vor dem Jahre 1817 sah, in welchem dieser Berg durch die Wirkung der Gase, wie wir es später sehen werden, ganz zusammenstürzte.

§. 39. **Anfang der Eruptionen.** — Man darf die unaufhörlichen Ausströmungen von Gasen oder verschlackten Substanzen gewisser Vulkane, wie z. B. des Stromboli, nicht mit den Eruptionen verwechseln, die plötzliche, aber glücklicherweise nur vorübergehende Ereignisse sind, welche häufig die Verwüstung einer ganzen Gegend herbeiführen. Wenn eine Eruption sich vorbereitet, so kündigt sie sich gewöhnlich durch Erdbeben an, und bricht alsdann plötzlich mit mehr oder weniger starkem Krachen aus. Wenn sich ein Vulkan in der Gegend befindet, so fließt er zuerst viel Rauch, der aus verschiedenen Gasen und aus Wasserdämpfen besteht, sodann eine ungeheure Menge staubförmiger Stoffe aus, die man vulkanische Asche nennt; hierauf verbinden sich damit Bruchstücke von glühenden porösen Steinen, die sogenannten Rapilli, oder Lapilli, und Pozzuollana oder Pozzolana, größere oder kleinere Blöcke aus festen Substanzen, die zuweilen auf große Entfernungen hinausgeschleudert werden; endlich Theile einer geschmolzenen, von der Lava losgerissenen Substanz, wovon der Krater angefüllt ist, und welche, da sie durch die Bewegung in der Luft abgerundet werden, die sogenannten vulkanischen Bomben bilden. Aus diesem Allem zusammen ergeben sich, in Mitte mehr oder weniger heftiger Detonationen, ungeheure Garben oder Büscheln aus verschiedenen weit hinaus geschleuderten, und durch die geschmolzene Lava beleuchteten Substanzen, die je nach ihrem Gewicht und der ihnen eingeflanzten bewegenden Kraft mehr oder weniger vom Feuerherde entfernt wieder herabfallen. Die Asche, die Rapilli oder die Bimssteine erzeugen alsdann in den Umgebungen des Vulkans, zuweilen selbst in große Entfernung hinaus, beträchtliche Ablagerungen, welche durch ihr eigenes Gewicht und durch das Wasser fest geworden, die vulkanische Tuffe, die Bimssteintuffe und verschiedene Conglomerate bilden.

Die, durch die Vulkane hinaus geworfenen Dämpfe und Asche bilden manchmal ungeheure und oft so dichte Wolken, daß dem Tageslicht der Durchgang versagt ist, und die ganze Umgegend sich mit Finsterniß bedeckt. Diese durch die Winde fortgetriebenen Wolken werden zuweilen 20, 50 und 200 Meilen weit fortgetragen: dies geschah z. B. im Jahre 1812, wo die Asche des Vulkans von St. Vincent,

ostwärts bis nach Barbadas getragen wurde, und daselbst eine solche Dunkelheit verbreitete, daß man am vollen Tage Nichts sah. Im Jahre 1794 wurde die Asche des Vesuvs bis zum hintern Theile von Calabrien getragen, und man findet sogar im Procopius, daß sie bei dem Ausbruch von 452 bis nach Constantinopel getrieben wurde.

Was bei den submarinischen Eruptionen auf dem Meeresgrund vorgehe, kann man nicht sehen; es ist aber klar, daß die Auswürfe von erdigen Substanzen, von Rapilli und Bimssteinen nicht weniger beträchtlich sein können, weil man von diesen Substanzen fast immer enorme Quantitäten auf der Oberfläche des Wassers während der Eruptionen sieht, und weil man in den gehobenen Theilen des Bodens Ablagerungen von vulkanischen Tuffen, Bimssteintuffen und Conglomeraten, die ganz und gar denjenigen ähnlich sind, die sich auf der Oberfläche des trockenen Landes bilden, ganz deutlich wahrnimmt.

§. 40. **Das Erscheinen geschmolzener Substanzen.** — Die Erscheinungen, von denen wir vorhin sprachen, sind manchmal die einzigen Wirkungen einer Eruption; aber am häufigsten sind sie nur die Vorläufer, oder auch ein Anhang von einem Auswurfe der geschmolzenen Substanzen, die bald nacheinander unter verschiedenen Formen erscheinen. Manchmal erheben sich diese, gewöhnlich zu Massen vereinigten Stoffe als Kegel oder Dome selbst über der Oeffnung, die ihnen zum Austritt dient, und bilden mehr oder minder hohe Berge, die bald voll, bald in ihrem Centrum senkrecht durchbohrt sind, und die manchmal mehr und mehr auswärts gestoßen werden können. Dies ist dem Jorullo gegegnet, hat sich im Meerbusen von Santorin (§. 31) zugetragen, und geht noch jetzt daselbst vor sich, und mußte in sehr vielen Lokalitäten, die wir kennen, Statt gefunden haben.

In andern Umständen füllt sich der vorher schon an der Spitze eines Vulkans gebildete Krater mit den geschmolzenen Substanzen vollständig an, die dann bald darauf einen Theil des Kraters mehr oder weniger tief absanken, sodann in Strömen abfließen, welche die Seite des Berges durchfurchen und in zur Ebene herabfließen, wo sie sich mehr oder weniger ausbreiten.

Anderswo, und besonders wenn sich der Kegel schon in einer bedeutenden Höhe, wie beim Aetna, auf Teneriffa, bei den Vulkanen der Andes ꝛc., befindet, ist es ein seltener Fall, daß sich die geschmolzenen Massen durch den Krater hindurch Bahn machen. An der Seite des Berges, an dessen Fuß, oder in der umgebenden Ebene, manchmal sogar sehr weit davon entfernt, bilden sich mehr oder weniger weite Spalten, welche sich immer in einer durch die Axe des Hauptkammes hindurchgehenden Vertikalebene befinden, und durch welche die geschmolzenen Substanzen an der Oberfläche des Bodens austreten. Manchmal gestattet eine solche Spalte in allen Punkten ihre Ausdehnung der Lava einen unmittelbaren Austritt; gewöhnlich aber bilden sich auf ihrer Richtungslinie ein oder mehrere auf einander folgende Kegel, durch welche die geschmolzene Masse entweicht. Es geschieht sogar, daß sich auf diese Weise über mehreren Spalten zugleich, entweder sogleich oder allmählig, beträchtliche Kegel bilden, und daß oft das ganze Terrain davon bedeckt ist.

§. 41. **Form der Ströme.** — Wenn sich in einem platten Lande am Fuße des Vulkanes Eruptionsspalten bilden, so breitet sich die Lava, welche aus denselben tritt, unmittelbar in breiten, horizontalen Decken auf der Ebene aus. Dies fand z. B. im Jahre 1783 in Island Statt; es bildeten sich nämlich in der Ebene am Fuße des Skaptar-Jokul, eines hohen Feuerberges, Spalten, woraus sich eine ungeheure Masse geschmolzener Substanzen ergoß, die sich unmittelbar über dem Boden ausbreiteten, von dem sie mehr als 80 Quadratmeilen bedeckten, wobei sie alle tiefen Stellen ausfüllten und einen weit ausgedehnten Feuersee von beträchtlicher Tiefe bildeten.

Jedoch gestalten sich die Sachen nicht immer auf diese Weise; oft ergießen sich die geschmolzenen Substanzen über mehr oder minder geneigte Abhänge, und bilden die Laven auf ihrer Oberfläche eigentliche Ströme, die mehr oder weniger lang sind, von denen ein Theil in Folge der Erkaltung, und gleichsam als Zeuge von ihrem Laufe, zurückbleibt. Bald nach ihrem Austritt aus dem Schooße der Erde erkaltet die geschmolzene Masse an ihrem Außentheile, wird fest, erhält dabei alle Arten Risse und Runzeln, und erhält auf diese Weise eine gewöhnlich poröse, mehr oder weniger dicke Kruste. Diese Kruste verhindert die von ihr eingeschlossene Flüssigkeit, sich noch mehr in die Breite auszudehnen, und erlaubt dem Strome, von jetzt an eine gewisse Dicke beizubehalten; ferner bewahrt sie wegen ihres geringen Leitungsvermögens, den innern Theil der Lava vor Erkaltung, die dadurch außerordentlich verzögert werden kann. Man sieht auch in der That Laven lange Zeit flüssig oder breiartig bleiben, und eine sehr bedeutende Temperatur beibehalten; man führt unter andern solche an, die auf sehr schwachen Abhängen 10 Jahre nach ihrem Erguß noch flossen, und wiederum andere, die 20 Jahre nach ihrem Austritt aus dem Innern der Erde Dämpfe verbreiteten.

Wenn nach dem äußern Erkalten die vulkanische Quelle immer noch geschmolzene Substanzen liefert, so fließen diese in einer Art festgewordenen Schlauchs oder Sackes, der dann auf jede mögliche Weise hin und her bewegt, zusammengeschoben, gedreht wird, und sich nach und nach wieder herstellt: daher auch Drehungen und verschiedene Unregelmäßigkeiten im Lavastrome. Wenn die Quelle vertrocknete, so fährt die Masse, die aus ihr floß, dessenungeachtet in dem sie einschließenden Sack zu fließen fort; doch wird dieser letztere allmählig platter, sinkt in der Mitte ein, und läßt einen mehr oder weniger erhabenen Wulst an den Rändern zurück. Dies zeigt sich zuerst an dem obern Theile des Stromes; sodann allmählig bis zu dem Punkte, wo die flüssige Masse, die immer zäher wird, nicht mehr die Kraft besitzt die fester gewordenen Theile mit sich fortzuziehen, sie zu brechen und vorwärts zu stoßen. Die Lave hält alsdann unten am Sacke an, der in einem mehr oder weniger dicken Knopfe (culot) endigt (Fig. 30).

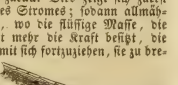


Fig. 30.

Es ist zu bemerken, daß, wenn die Abdachung des Bodens, über welchen die Lava fließt, sehr stark ist, die flüssige oder breiige Masse, stets einen schmalen Strom von geringer Dicke, einen schmalen Riemen, auf dem Abhang des Berges bildet. Wenn die Quelle vertrocknet, so bleibt auf der Oberfläche des Bodens, hinter dem abgeflossenen Strome, blos die festgewordene Haut von der Oberfläche desselben übrig, die alsdann eine dünne Schichte aus einer porösen, in unzusammenhängenden, mehr oder weniger verdrehten oder verschobenen Bruchstücken bestehende Substanz darstellt; die steinigen Laven, die in günstigen Umständen eine porphyrartige Struktur annehmen können (s. Mineralogie, Artikel Feldspath), lassen sogar fast nichts auf Abhängen mit einer Neigung von 7 bis 8 Graden zurück, und sind beinahe immer außerordentlich verschobene poröse Stoffe. Daraus geht nun hervor, daß die Spitzen der Feuerberge nicht durch Laven, wie man zuweilen behauptet, gewachsen sein können, und daß sie namentlich auch nicht die schlanke Form, welche wir häufig an diesen Spitzen sehen, dadurch gewonnen haben; man muß vielmehr deren Ursprung

in Erhebungen oder Ausströmungen zäher Stoffe, die nicht weiter geflossen sind, suche; auch suchen die unter der Form von Lava oder lockeren Schlacken ausgeworfenen Substanzen durch Anhäufung an ihrer Basis weit eher das Hervorragen zu vermindern als zu vermehren.

Auf Abhängen von 3 bis 5 Graden, wo die Geschwindigkeit sich bedeutend verzögert, wird der Strom breiter und schwillt unterwegs auf; aber auch die Rinde nimmt an Dicke und Festigkeit zu, und gewaltige Verrückungen oder Verschiebungen (Dislokationen) finden alsdann in dem die flüssige Masse einschließenden steinigen Sack Statt; die Stücke, die dadurch entstehen, steigen zur Oberfläche des Stromes, stürzen gesperrt durch den noch in Bewegung sich befindlichen Teig, denn sie anhangen, übereinander; das, was nach und nach davon zurückbleibt, zeigt alsdann eine außerordentliche Unregelmäßigkeit.

Bloß wenn die Masse auf äußerst schwachen Abhängen, von weniger als $^1/_2$ Grad, d. h. auf beinahe horizontalem Boden ankommt, stellt sich ein Gleichgewicht zwischen dem Widerstand der festen Hülle und der bewegenden Kraft her, welche dem flüssigen Theil innwohnt; die Lava hält alsdann von selbst an, nachdem sie sich auf einem gewissen Raume ausgedehnt hat, und bildet einen mehr oder weniger dicken Flaten, dessen Oberfläche allmählig eben wird. Dies geschah z. B. bei der Eruption auf Island, im Jahr 1783, wo die Lava an mehreren Punkten anhielt und schroffe abgerissene Plateaux von einer bedeutenden Dicke bildete.

Diese Umstände ändern sich im Allgemeinen alle ab, je nach der Beschaffenheit der aus dem Schooße der Erde ausgetretenen Substanz, ihrem Flüssigkeitszustande und der Leichtigkeit, mehr oder weniger schnell zu erhärten. Es gibt so zähe Gebilde dieser Art, daß sie nicht einmal fließen können und daher an der Oeffnung bleiben, was z. B. bei gewissen Trachyten der Fall ist (§§. 49 und 95), die alsdann mehr oder weniger hohe Dome bilden. Andere, z. B. verschiedene Obsidiane, die schnell zu erkalten und fest zu werden scheinen, bleiben manchmal als große Tropfen sogar an ziemlich starken Abfällen hängen, wie man z. B. auf der Spitze des Teneriffa sehen kann. Dagegen halten solche Laven, die nur langsam erkalten und lange Zeit flüssig bleiben, nur auf einem horizontalen Boden an; dies sind diejenigen, welche besonders die angegebenen Variationen darstellen.

§. 42. **Verschiedene Charaktere einer und derselben Lavaart.** — Nach dem, was vorausgeht, ist es nun klar, daß die Laven sich nur auf einem merklich horizontalen Boden bis zu einer gewissen Dicke und in gleichförmigen Decken oder Lagen ansammeln können; an allen andern Orten bilden sie entweder abgesonderte, abgerissene Stücke mit ausgehöhlten Oberflächen, die an ihrem oberen Theile dünne und da, wo sie in der Fig. 30 gezeigten Anschwellung endigen, mehr oder weniger dick sind, oder bilden sie auch verrückte Ablagerungen, deren Bruchstücke auf alle Arten über einander geworfen sind. Wofern nur der Lavastrom eine gewisse Ausdehnung hat, so kann man in seinem Verlaufe alle diese Eigenschaften je nach der Neigung der Abhänge, auf denen er geflossen ist, sehen. Nun steht auch die Struktur der Lava auch in Beziehung zu ihrer äußern Beschaffenheit. Der Streifen, der hinter dem Strome auf einem sehr geneigten Abhang zurückgeblieben ist, stellt dünne, verschlackte, gleichsam geflochtene und immer sehr poröse Theile dar. Auf weniger starken Abhängen ist die Oberfläche ebener und die Poren werden kleiner; auf Abhängen von 3 bis 5 Graden, bieten die verschobenen Partien mehr oder weniger dicke Plaiten dar, deren poröse Struktur eine gewisse Gleichförmigkeit zeigt und deren mittlerer Theil zuweilen etwas compacter wird, wenn sie dick genug sind. Bei den großen Strömen, welche sich in der Ebene zu einer bedeutenden Dicke aufhäufen konnten und Vertiefungen ausgefüllt haben, wird aus dem ganzen untern Theile eine mehr oder weniger krystallinische, feste, oft auch eine porphyrartige Masse, weil er alsdann langsam und ruhig erkaltet; in diesem Falle theilt er sich häufig in seiner ganzen Höhe in eckige, im Allgemeinen auf den sich erkaltenden Oberflächen senkrecht stehende Säulen, und bloß der obere Theil ist bis zu einer gewissen Tiefe porös: dies sieht man überall am Vesuv und Aetna, wo die Lava eine bedeutende Tiefe zeigt, und in Island, in der unermeßlich großen, durch die Eruption vom Jahre 1783 gebildeten Ablagerung.

Manchmal haben sich auch die Ströme verschiedener Epochen in die gleichen Tiefgründe begeben und sich hier über einander abgelagert. In diesem Falle sind die einen von den andern durch den porösen Theil, in welchem jeder von ihnen endigt, manchmal auch durch Asche, Lapilli, vulkanische Tuffe, die in dem Zwischenraume zwischen den Ausströmungen aus dem Vulkane geschleudert worden sind, gesondert. Sowohl die porösen Partien, als auch die zwischen eingelagerten erdigen Schichten werden sehr dünne, wenn zwei Ströme in kurzer Zeit auf einander gefolgt sind, wie z. B. bei den verschiedenen Ergüssen des Jokul, im Jahre 1783; in diesem Falle besteht die Totalmasse aus horizontalen Schichten, zwischen denen man kaum eine Absonderung bemerkt.

Lavagänge, oder Dikes. — Es geschieht häufig, wie wir bereits gesagt haben, daß sich bei den vulkanischen Eruptionen an den Seiten des Berges mehr oder weniger breite Spalten bilden, durch welche die Lava an der Oberfläche des Bodens ausfließt. Diese Spalten lassen sich lange Zeit nach ihrer Bildung wahrnehmen, entweder weil sie zum Theil offen geblieben sind oder weil die Rapilli, von denen sie angefüllt worden, eine Art von Graben, den man leicht verfolgen kann, zurückgelassen haben. Anderwärts erkennt man sie an partiellen und kraterförmigen Einstürzen, die ihre Richtung alle auf einer und derselben Linie haben; manchmal unterscheidet man auch an den Rändern Kränze oder Wülste von Schlacken, welche, während die Lava im Innern kochte, ausgetreten sind; endlich zeigen sie auch Lavastreifen, welche die verschiedenenen auf ihrer Richtung gebildeten Kegel unter sich verbinden.

Es ist kein Zweifel, daß diese Spalten oft zum Theil durch die Laven angefüllt blieben, für welche sie einen Durchgang abgaben, und daß sie folglich Gänge, oder wie man auch sagt, um sich des in der Wissenschaft eingeführten englischen Ausdrucks zu bedienen, Dikes bilbeten. Der Schluß scheint in dem Falle richtig zu sein, wo sich die Ströme über die Spalten hinaus in der Form von Decken, wie in der schon so oft erwähnten Eruption auf Island, verbreiteten; aber es ist beinahe nicht möglich, ihn durch die Beobachtung an den jetzigen Vulkanen, von denen wir nur die Oberfläche sehen, zu bewahrheiten. Man müßte den untern Theil derselben sehen, was aber nur in den alten vulkanischen, in die Höhe gehobenen und auf alle Weisen zerstückelten Ablagerungen, die hin und wieder auf den Continenten vorkommen, oder in den Erhebungskratern, sein kann. Solche sieht man auch wirklich an den Abhängen, welche den Gürtel der Somma (§. 28), den Kreis von Teneriffa, die Seiten des Val del Bove am Aetna (§§. 33, 36) u. s. w. bilden, wo sie bald besondere Ablagerungen von Lapilli und festgewordenen Tuffen, bald mehr oder weniger krystallinische Laven, und oft die eine oder die andere dieser Substanzen durchdringen. Häufig findet sich eine zu Tage liegende Lavadecke in Communikaion mit einem Gange, welcher nach sei-

nem Durchgang durch alle unteren Schichten in der Lavadecke anhält (Fig. 31); und nicht selten geschieht es, daß man mehreren übereinander liegenden

Fig. 31.

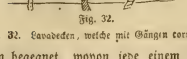


Fig. 32.

Fig. 31 u. 32. Lavadecken, welche mit Gängen correspondiren.

Lavadecken begegnet, wovon jede einem besonderen Gange entspricht (Fig. 32), welchem sie ohne Zweifel ihre Entstehung verdankt, da der neueste dieser Gänge gerade derjenige ist, der alle Schichten durchdringt, um die letztere zu bilden.

Die Substanz, welche die Gänge bildet, ist selten poröse, ausgenommen manchmal an den Felswänden, zwischen welchen sie sich eingeschlossen findet; sie ist häufig sogar feinkörniger als die Decke, in welche der Gang ausmündet; die Masse ist zuweilen in Prismen gespalten, die senkrecht auf den Wandungen stehen, welche alsdann die Abkühlungsflächen gewesen sind. Diese Substanz widersteht im Allgemeinen den atmosphärischen Einflüssen ziemlich leicht, und häufig ist der Fall, daß, wenn das nebenanstehende Gestein durch äußere Agentien zerstört und hinweggeführt worden ist, der Gang als Vorsprung über den Wänden des Abhanges (Fig. 33), oder selbst mitten auf

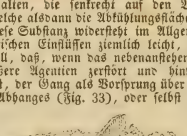


Fig. 33. Ein durch die Zerstörung des umgebenden Gesteines bloßgelegter Dike.

dem Felde als eine mehr oder weniger hohe Mauer stehen bleibt; dieser letztere Umstand wurde in England zuerst mit dem Namen dike (d. h. Damm) bezeichnet, welcher Name später auf die Gänge selbst angewandt wurde.

§. 44. **Gasförmige vulkanische Produkte.** — Die vulkanischen Erscheinungen liefern eine große Menge gasförmiger Produkte, wovon die einen permanent, die andern verdichtbar oder auch auflösbar sind. Ein sehr großer Theil dieser Produkte besteht aus Wasserdämpfen; aber zugleich finden sich auch darin Chlorwasserstoffsäuren, schwefelige Säuren, Kohlensäure, manchmal Schwefelwasserstoffgase, und bald ist das eine, bald das andere vorherrschend; damit verbinden sich verschiedene Substanzen, die sich entweder sublimiren, oder als kleine Theilchen durch die Gasströme mit fortgerissen werden. In den meisten Solfataren und in den durch die Spalten eines Vulkanes erzeugten Eggüssen entweicht die schwefelige Säure; aber auch das Schwefelwasserstoffgas begleitet sie häufig und gibt, indem es verbrennt, die schwachen Flammen, die man oft bei Nacht gewahrt. Am Vulkan Pasto stellen die Fumarolen des Kraters nur noch Kohlensäure dar; auf Java entweicht dieses Gas, das um so gefährlicher ist, als es in seinem geruch- und farblosen Zustand seine Gegenwart nicht unmittelbar verräth, in ungeheurer Menge aus der erloschenen-Solfatara Guevo-Upas oder Fischthal, die für die Einwohner ein gefürchteter Gegenstand geworden ist. Der Boden ist überall mit Tiger-, Reh-, Hirsch-, Vögel- und selbst mit Menschengerippen bedeckt; denn jedes lebende Wesen fällt an diesem unheilvollen Orte in Asphyxie. Leopold von Buch sagt, daß bei den Gasausströmungen der Vulkane zuerst die Chlorwasserstoffsäure im Momente der größten Intensität der vulkanischen Thätigkeit zum Vorschein komme; daß die Schwefelsäure erst erscheine, wenn die eben genannte Thätigkeit abzunehmen beginne, und daß hierauf die Kohlensäure folge, indem sie Jahrhunderte lang selbst dann noch ausströmen fortfahre, wenn schon die Thätigkeit ganz aufgehört zu haben scheine. Auch geschieht es oft, daß, wenn man mitten in den ältesten Rapilli gräbt, man reichliche Gasentwicklungen hervorruft, wie man es häufig in den Umgebungen von Clermont in der Auvergne sieht.

§. 45. **Zerstörende Wirkung der Gase. Schlammausbruch auf Java.** — Die immer sehr heißen und mit Wasserdampf vermischten Gase wirken mächtig auf die umgebenden festen Substanzen ein, zerstören dieselben, zerlegen sie auf alle mögliche Weise, wandeln sie in Staub, in Brei um, und bilden Zusammensetzungen jeder Art. Dies steht man bei allen Solfataren, wo man sich oft in Acht nehmen muß, um nicht in Schlammmassen zu fallen, die manchmal sehr heiß sind. Aber Nichts gleicht in dieser Beziehung den Vulkanen von Java; die sauren Dünste und Wasserdämpfe, die sich daselbst in so großer Menge finden, zerstören alle Gesteine und bilden daraus einen Teig, welcher bald nicht mehr der Wirkung der im Innern Statt findenden Explosion zu widerstehen vermag. Es geschehen alsdann furchtbare Eruptionen, wobei sie nicht mehr Laven, wie bei den gewöhnlichen Vulkanen, sondern enorme Massen kochenden, mit Schwefelsäure und dickem Schlamm beladenen Wassers auswerfen, welche auf ihrem Wege Alles mit sich fortreißen und eine ganze Gegend mit schwefeligem Schlamm bedecken, dessen Substanz mit dem Namen Buah bezeichnet wird. Ein Beispiel dieser Art war die Eruption des Gallung-Gung im Jahre 1822, welcher unter Erdbeben und schrecklichem Getöse sich bedeutend senkte, an der Spitze abgestutzt und ganz umgestürzt wurde. Aus seinen gespaltenen Abhängen quollen Ströme heißen, schwefelsäuren und mit Schlamm gemengten Wassers hervor, und eine große Anzahl Menschen wurde während der Zeit vom 8. bis 12. Oktober durch das Wasser mit fortgerissen oder unter dem abgesetzten Schlamm begraben. Ebenso war es beim Vulkan Taschem oder Mont-Idienne, in dessen Krater sich nach der Angabe Leschenaut's ein See befand, der beständig durch Schwefelsäure unterhalten wurde. Der Berg war im Jahre 1817 ganz eingestürzt, und saure Wasser ergossen sich, welche die ganze Gegend verwüsteten. Etwas Aehnliches geschah ohne Zweifel im Jahre 1772 bei dem Vulkane Papandayan, dem höchsten Berge des Landes, der in einem Schlammfee unterging und dabei 40 Dörfer sammt den Bewohnern mit sich nahm.

Schlammausbruch von Quito. — Diese Schlammausbrüche erinnern an diejenigen, die in Peru, obschon mit verschiedenen Charakteren, Statt gefunden haben. Die Vulkane dieser Gegend, die, gleich jenen von Java, beinahe nie Laven erzeugten, haben aus ihren Seiten Ströme von Koth, den man Moya nennt, und der bald schwefelig, wie der Buah von Java, bald kohlenhaltig ist, ausgepien. Dies ereignete sich im Jahre 1698, wo der Vulkan Carguaraizo einstürzte, wobei er mehr als 29,000 Hektare Landes mit Schlamm bedeckte; ferner im Jahre 1797, wo das Dorf Pelileo, unweit Rio-Bamba, unter einer Masse schwarzen Schlammes begraben wurde u. s. w. Was die Ausbrüche von Peru charakterisirt und daraus eine noch seltsamere Erscheinung macht, ist dies, daß diese aus dem Schooße

der Erde kommenden schlammigen Wasser mit kleinen Fischen angefüllt sind, deren Species in den benachbarten Seen lebt, und daß die Menge derselben manchmal so groß war, daß durch ihre Fäulniß epidemische Krankheiten hervorgerufen wurden.

Aus den Laven freigewordene Gase. — Man begreift leicht, daß aus den Eingeweiden der Erde durch die Risse, welche mit der Oberfläche communiciren, Gase und Stoffe verschiedener Art entweichen können; aber noch merkwürdiger ist dies, daß sie aus den Laven auch dann noch entweichen, wenn sie, aus dem Vulkan getreten, mit diesem Nichts mehr gemein haben. So lange die Lava flüssig ist, und eine hohe Temperatur besitzt, entweicht nichts aus ihr; aber sobald sie fest zu werden und zu erkalten beginnt, so wird eine mehr oder weniger große Menge Gase frei. Die Ströme und die Substanzen, welche die Tiefgründe ausgefüllt haben, geben alsdann beständig Wasserdämpfe, Chlorwasserstoffsäure, Ammoniaksalz, das sich an der Oberfläche absetzt, und Eisenchlorüre ab, ohne das Realgar, den Eisenglanz u. s. w., die zuweilen in den Spalten sublimiren, zu rechnen. Die Lava selbst muß daher nothwendig alle diese Stoffe einschließen, welche, man weiß nicht wie, an dieselbe gebunden bleiben, so lange die Masse noch flüssig oder breiig ist, und welche in dem Maße frei werden, als die Masse fester wird und erkaltet, so daß diese zuletzt keine Spur mehr davon zeigt. * Man nahm an, daß alle diese Stoffe, den porösen Laven die Fähigkeit verliehen, ihren flüssigen Zustand weit länger zu erhalten, als die analogen Stoffe, die wir künstlich bereiten können.

§. 46. **Feste vulkanische Produkte.** — Alle festen Stoffe, welche die Vulkane in großer Menge erzeugen, beziehen sich auf die Gruppe der Silikate, im Allgemeinen auf die wasserfreien Silikate, und besonders auf die Abtheilung derjenigen Substanzen, die man ehedem unter dem Namen Feldspath vereinigte. Sie sind im Allgemeinen zusammengesetzte Gesteine, und mehr oder weniger gemischte Substanzen, aus denen man die Hauptbasis schwer herausfindet, und die man daher auch nur schwer classificiren kann; man ist also genöthigt, seine Zuflucht zu künstlichen Abtheilungen zu nehmen, von denen wir die hauptsächlichsten angeben wollen. Man unterscheidet:

1) Den Trachyt, eine Gebirgsart, die aus Albit oder Miakolith besteht, ** bald compact, wachs- oder fettglänzend, manchmal erdig, bald krystallinisch ist, deren feinporöse Masse Krystalle von den nämlichen Substanzen, und oft Hornblende und schwarze Glimmer einschließen.

So sind die Felsarten beschaffen, welche die Berge im Meerbusen von Santorin, einige an den Rändern der Insel Ternate gehobenen Berge, die Spitzen von Teneriffa, und sehr viele Kegel und Dome verschiedener Vulkane bilden; selten hat der Trachyt an den Lavaströmen oder Lavadecken der gegenwärtig thätigen Vulkane Theil.

2) Den Obsidian, ein homogenes, glasähnliches, verschiedenartig gefärbtes Mineral, das sich der einen oder andern Feldspathart nähert; es bläht sich gewöhnlich bedeutend auf, wenn man es schmelzt; geht bald in einen aufgeblasenen, bald in einen, kleine längliche Poren einschließenden Bimsstein über, wodurch eine Art faserige Struktur und ein Seidenglanz entsteht.

Dieses Mineral wurde in bedeutender Menge auf den liparischen Inseln, auf Teneriffa, auf den Vulkanen der Andes, mit einem Wort, überall ausgeworfen, wo die vulkanischen Schlünde in den Trachyten sich öffneten. Die Eruptionen sind von Bimssteinen begleitet, die in zahlreichen Bruchflächen ausgeworfen werden; die Ströme hören oft auf stark abschießenden Abhängen, wie z. B. auf Teneriffa, in dicken Anschwellungen (coulots) auf.

3) Den Basalt, eine Substanz mit fester, dunkelfarbiger Basis, am häufigsten aus Labradorfeldspath gebildet, Krystalle von derselben Substanz, oder im Allgemeinen von der Feldspathgruppe einschließend, die der Masse eine mehr oder weniger deutliche Porphyrstruktur geben. Man findet darin ziemlich häufig Augit-, aber selten Hornblende-Krystalle, manchmal schwarzen Glimmer, und, wiewohl selten, Peridot.

Diese Substanzen bilden die Mitte der dicken Ströme, und den untern Theil der in den Tiefgründen angesammelten Massen, die ziemlich häufig in prismatischen Säulen getheilt sind.

4) Die porösen oder verschlackten Laven, Substanzen von derselben Beschaffenheit, wie die vorhergehenden; nur findet man in ihnen seltener Krystalle; auch bieten sie eine poröse oder zellige Struktur dar. Diese Laven bilden den obern Theil der dicken Ablagerungen, die Hülle der Ströme und die Streifen, die auf der Oberfläche des Bodens zurückgeblieben sind.

5) Die vulkanischen Tuffe. Dies sind Anhäufungen kleiner verschlackter Fragmente, oder um Vulkane herumliegender Rapilli, oder auch ecdige Substanzen, welche eine mehr oder weniger große Menge davon enthalten. Die Bimssteintuffe sind aus Bimssteinfragmenten gebildet, und die Trachytconglomerate aus Trachyttrümmern, die durch ein krystallinisches oder erdiges Bindemittel unter sich verbunden sind.

6) Diesen Mineralsubstanzen muß man noch die als unregelmäßige Stalaktiten auf der Oberfläche der Vulkane zerstreuten Schlacken und die sogenannten vulkanischen Bomben, die man zuweilen in ziemlich großen Entfernungen findet, beifügen.

Wir werden später in erloschenen Vulkanen verschiedene, mehr oder weniger analoge Gesteine kennen lernen, welche die Reihe, die man an den thätigen Feuerbergen beobachtet, ergänzen werden.

§. 47. **Schätzung der vulkanischen Kraft.** — Wenn man ungeheuer große, entweder plötzlich in Folge der Erdbeben oder in einer langen Reihe von Jahren langsam emporgehobene Strecken Bodens sieht, so kann man nicht zweifeln, daß die Wirkung des Innern der Erde auf deren Aeußeres sehr groß ist. Die vulkanischen Ausbrüche erlauben uns aber, diese Wirkung auf eine bestimmtere Weise zu beurtheilen, zwar nicht durch die Energie der Explosionen, die wir nicht zu messen vermögen, sondern durch die Höhe, welche die Laven in verschiedenen Umständen in ihren vertikalen Kanälen erreichen. Es ist gewiß, daß am Vesuv und Aetna die Laven manchmal sogar aus dem Krater flossen, daß Obsidianströme an der Spitze des Pic von Teneriffa und vielleicht auch des Antisana's in der Provinz Quito ausgetreten sind. Nun ist aber der Krater des Aetna 3300, der Pic von Teneriffa 3710, die Spitze von dem Antisana 5833 Meter über der Meeresfläche; es ist also leicht, das Gewicht der Lavasäule, welche die innere Kraft halten mußte, um sie zu solchen Höhen zu heben, als atmosphärischen Druck zu berechnen. Wenn die Lavasäule eine Wassersäule gewesen wäre, so würde diese Flüssigkeit, welche bei 10m,5 durch den atmosphärischen Druck im Gleich-

* Es ist gut, auch sich erinnert, daß zufolge Gay-Lüssac's Beobachtung das Silber, wenn es schmilzt, wenn eine sehr hohe Temperatur erforderlich ist, eine ziemlich große Menge Sauerstoff absorbirt, und daß dieses Gas, das in der Masse eingeschlossen bleibt, so lange sich dieses im geschmolzenen Zustand befindet, alsbald frei wird, wenn diese erkaltet und fest wird; die Oberfläche schwillt alsdann auf und bedeckt sich mit den drolligsten Auswüchsen. Diese Erscheinung nennt man in der Hüttensprache wachsen, aufpressen.

** Siehe Mineralogie: die Charaktere der verschiedenen angeführten Substanzen.

gewicht gehalten wird, mehr als 300 Atmosphären nöthig haben, um bis zur Spitze vom Aetna gehoben werden zu können, mehr als 350 bis zum Pic von Teneriffa, und mehr als 550 bei dem Antisana. Da aber das specifische Gewicht der Laven, wenigstens im festen Zustand, zwischen 2 und 3 ist, so waren demnach für den Aetna zwischen 600 und 900, für den Antisana zwischen 1000 und 1500 Atmosphären nöthig. Man bedenke nun die Wirkungen, welche eine solche Kraft durch die Dampfmaschinen erzeugen muß, wovon die größten gewöhnlich nicht mehr als 4 bis 5 Atmosphären zulassen und wohl noch nie über 10 Atmosphären hinausgegangen sind.

§. 48. **Ausdehnung der vulkanischen Ablagerungen.** — Die Vulkane geben ohne Zweifel jährlich nur eine sehr geringe Menge Substanzen an die feste Erdrinde ab, und die Erhebungen, welche sie bewirken, verändern das Relief der Gegenden, wo sich ihre Wirkung äußert, nur sehr unbedeutend. Wenn man jedoch berücksichtigt, daß es sehr viele gibt, die schon seit den ältesten historischen Zeiten thätig sind, und daß die Beobachtung noch weit mehr angibt, die schon früher thätig waren, so wird man zu dem Gedanken veranlaßt, daß die vulkanischen Substanzen eine gewisse Bedeutung erhalten, und daß sowohl ihr Erscheinen, als ihre Wirkungen große Modifikationen auf der Oberfläche unseres Planeten herbeigeführt haben mußten.

Es findet sich in allen Theilen der Erde eine große Anzahl thätiger Vulkane. Island ist im Mittelpunkt einer unaufhörlichen vulkanischen Thätigkeit, wovon die ganze Insel ein Resultat und der Hekla der Hauptfeuerschlund ist; der Aetna und Stromboli sind seit dem höchsten Alterthume bekannt und der Vesuv datirt sich hinsichtlich seines gegenwärtigen Zustandes vom Jahre 79. In Spanien sind die Vulkane in der Provinz Murcia im Jahre 1819 auf's Neue thätig geworden. Die Azoren sind der beständige Schauplatz derselben gewesen und scheinen alle, gleich denjenigen Inseln, die wir daselbst zu verschiedenen Zeiten sich erheben sahen, aus dem Meere emporgestiegen zu sein. Im gleichen Falle scheinen auch die canarischen Inseln und die Inseln des grünen Vorgebirges sich zu befinden und heftige Eruptionen erlitten zu haben. Weiter davon entfernt, zeigen sich die Vulkane der Insel Bourbon, des indischen Meeres, der Sundainseln, der Philippinen, der japanischen Inseln, der Kurilen, Kamtschatka's, des aleutischen Archipels, wovon mehrere eine beträchtliche Kraft gehabt haben mögen; führen wir noch die Vulkane der Sandwichsinseln und der Inselgruppen des stillen Meeres bis zu Neuseeland an. Innerasien, das man ehedem ohne thätige Vulkane glaubte, woraus sich dann die Hypothese bildete, daß diese Vulkane nur in der Nähe der Meere sich befänden, ist im Gegentheil ganz voll von den höchsten und beträchtlichsten Feuerbergen. Das amerikanische Festland ist von Feuerland an bis zur Beringsstraße damit bedeckt.

Diese thätigen Vulkane sind aber nicht die bedeutendsten: Wir kennen unzählig viele erloschene mit Eruptionskratern und mit Lavaströmen, die ebenso charakteristisch sind, als diejenigen, die sich vor unsern Augen bilden; wir sehen ferner Erhebungskrater, die eben so deutlich ausgesprochen sind, als die von Teneriffa und Palma, und die bald Eruptionskegel in ihrem Mittelpunkt haben, bald ohne irgend eine nachher eingetretene Modifikation in der Bildung sind. Die basaltische Produkte, die bei unsern neueren Vulkanen selten sind, stellen sich hier als deutliche Ströme oder als mehr oder weniger zerstückelte, zerrissene Decken vor unsern Augen, und erinnern an den Ausbruch von Island im Jahre 1783. Wir bemerken Trachytablagerungen, die nicht mehr wie die von Santorin und Ternate, sondern auf einander gehäufte ungeheure Kegel und Dome sind, welche hohe Berggruppen bilden, die oft weit ausgedehnte Strecken einnehmen. Alles dies weist auf eine vormalige große, vulkanische Thätigkeit hin, welche das Relief unserer Continente auf eine merkwürdige Weise umgeändert hat und uns zu einer Menge in hohem Grade interessanter Vergleichungen mit Produkten und Wirkungen führt, wovon die heutigen Vulkane keine Spur zeigen.

In Frankreich bieten uns die Auvergne, die Landschaften Velay und Vivarais, ein großer Theil der Cevennen, Langedoc und die Provence eine enorme Masse vulkanischer Produkte dar. Außerordentlich entwickelt sind in dieser Hinsicht auch die Ufer des Rheins in der Gegend der Eifel und von Neuwied, das Siebengebirge, das Fuldagebirge, Sachsen, Böhmen, Ungarn, Siebenbürgen, der Kaukasus, Griechenland und seine Inseln, die libyatischen Inseln, u. s. w. Das, was wir vom Mittelpunkt Asiens kennen, die wenigen in Afrika gesammelten Thatsachen, so wie die in Amerika gemachten zahlreichen Beobachtungen zeigen uns Gebilde derselben Art; und endlich bieten uns die meisten Inseln des Südmeeres, wo man jetzt keine thätigen Vulkane mehr findet, Substanzen dar, die mit denjenigen der bestimmten vulkanischen Bergen identisch sind.

Anhang.

§. 49. **Salsen oder Luftvulkane, Schlammvulkane.** — An vielen Orten finden, unabhängig von den schon §. 45 erwähnten Schlammeruptionen, durch die Spalten hindurch beständige Ausströmungen von Kohlenwasserstoffgas, entweder allein oder von einer mehr oder weniger beträchtlichen Menge Wassers oder schlammigen Substanzen, welche dieses Gas vorwärts stößt, Statt. Dieser letztere Fall erzeugt die sogenannten Luftvulkane, die Schlammvulkane und das, was man mit dem Namen Salsen bezeichnet, weil die Flüssigkeit häufig salzige Substanzen und unter andern besonders Kochsalz einschließt.

Diese ausgeworfenen Schlammmassen erzeugen, gleich den vulkanischen Auswürfen, Kegel, die gewöhnlich nicht sehr hoch sind und die an ihrer Spitze eine kraterförmige von Schlamm, den das Gas in die Höhe bebt, angefüllte Höhle trägt, durch welche große Blasen entweichen, wovon jede einen Theil der Masse auswirft. Manchmal finden sich auch auf einer wenig ausgedehnten Fläche eine große Menge solcher Krater in Thätigkeit; einige dieser Kegel erreichen eine Höhe von 7 bis 8 Meter; sehr viele andere, welche klein und erst im Entstehen begriffen sind, ersetzen nach und nach diejenigen, in welchen die Phänomene nicht mehr vor sich gehen und vergrößern sich mehr und mehr. Zuweilen findet sich diese Kegelvereinigung an der Spitze eines 50 bis 200 Meter hohen, aus einer thonigen Masse gebildeten Berges, der in der That das Resultat vormaliger Auswürfe zu sein scheint. Der mittlere Theil desselben ist häufig ein Schlammsee, dessen Oberfläche hin und wieder fest geworden ist. In gewissen Gegenden findet man die Thonhügel ganz vertrocknet, wo dann das Ausströmen von Gasen und von Wasser und das Auswerfen von Erde gänzlich aufgehört hat; manchmal erneuern sich aber diese Phänomene wieder mit Gewalt; es lassen sich Erdbeben fühlen, und in einem Augenblicke werden ganze Blöcke vertrockneter Erde in die Weite hinausgeschleudert, Schlammströme bahnen sich einen neuen Weg: manchmal sieht man sogar einige Minuten lang Rauch und Flammen.

Diese Erscheinungen zeigen sich auf unserer Erdoberfläche an ziemlich vielen Stellen. Im Modenesischen gibt es viele Salsen, die sich auch in Sicilien an einem gewissen, zwischen Aragona und Girgenti gelegenen Orte, Maccaluba genannt, finden. Pallas

hat sie auf der Krimm, auf der Halbinsel Kertche und auf der Insel Taman gefunden; Herr von Humboldt hat die von der Provinz Carthagena in Südamerika beschrieben und abgebildet; man führt sie auch auf der Insel Trinidad und in Hindostan an.

§. 50. **Fumarolen.** — Diese sind auch noch Wirkungen der Thätigkeit, die sich vom Innern der Erde nach außen kund gibt. Man nennt so die siedheißen Dampfsäulen, welche den Spalten des Bodens häufig mit einem Geräusche, das dem eines Dampfkessels ähnlich ist, entsteigen, und welche man nicht nur in den thätigen Vulkanen und Solfataren, sondern auch in jeder Art von Terrain beobachtet. Diese Fumarolen findet man unter andern in Toscana auf Kalkboden, z. B. auf dem Monte-Cerboli, bei Castel-Nuovo ꝛc. An diesen Oertern führen die Dämpfe eine ziemlich große Menge Borax mit sich fort, die sich durch ihre Condensation im Wasser der in den Umgebungen erzeugten Lagunen auflöst und darin krystallisirt.

Erscheinungen derselben Art sind die Springquellen, oder Geyser von Island, und alle warmen Quellen.

III. Einfluß der äußern Agentien auf die Erdoberfläche.

§. 51. **Atmosphärische Wirkungen.** — Die Veränderungen in der Wärme, die Luft, die Winde, die Trockenheit und Feuchtigkeit wirken auf eine sehr merkliche Weise auf die meisten Mineralien ein, und es gibt keine Felsart auf der Erdoberfläche, welche außen nicht ganz anders beschaffen wäre, als das, was man innen sieht, wenn man sie frisch angebrochen hat. Dies beobachtet man zu jeder Zeit bei Anlegung von Straßen in Gebirgsländern, wo man oft genöthigt ist, in die Felsen zu schneiden; der äußere Theil ist im Vergleich zu dem ganz frisch zu Tag gelegten innern entfärbt und mehr oder weniger tief hinein verwittert. Dies sind nun aber nicht bloß die Wirkungen von fernen Zeiten her, denn ähnliche gesehehen unter unsern Augen sogar, und wenige Jahre reichen hin, daß sie sich nicht nur an der Oberfläche der Masse, sondern auch in einer Tiefe von mehreren Centimetern sehr deutlich kund thun; man kann dies an den alten Marmorbrüchen sogar an gewissen Granitbrüchen, und an allen, da und dort angewandten, behauenen Steinen erkennen. Die Einwirkung ist um so rascher und um so merklicher, je empfänglicher die Gesteine für die Einfaugung von Feuchtigkeiten sind, und je leichter sie auf dem Wege der Vertrocknung derselben wieder beraubt werden können. Dieser Wechsel von Anseuchtung und Vertrocknung hat eine sehr rasche Verwitterung zu Folge, wenn er sich häufig wiederholt, wie es gewöhnlich auf den Gebirgen der Fall ist. Die Substanzen, die der Verwitterung am leichtesten unterliegen, sind die mit einer körnigen Struktur, sei diese nun erdig oder krystallinisch; ferner die mit einer blätterigen Struktur; oder auch die an der Oberfläche zerbrochenen oder gespaltenen festen Massen, wie es sich so häufig in den Gebirgen zeigt. Die Kälte, die das in einen Körper eingedrungene Wasser befällt, ist gleichfalls eine Ursache der Zerstörung, weil die Ausdehnung, die eine Folge davon ist, eine Menge Risse nach allen Richtungen hin erzeugt. So lange die Kälte dauert, bleiben die Fragmente durch das Eis, wie durch ein Bindemittel, mit einander verbunden; sobald aber dasselbe aufthaut, zerfällt Alles in Schiefer, Körner und Staub.

Man muß in jedem Gebirge nothwendig auf deutliche Spuren von diesen Beschädigungen durch Verwitterung stoßen. An Kalksteinfelsen (Fig. 34) sieht man die Theile mit einer lockern Textur sich mehr oder weniger tief aushöhlen, und dagegen die festeren Bänke überhängend werden. Daher auch die Einstürze dieser letzteren, die sich allmählig in mehr oder minder voluminösen Blöcken ablösen.

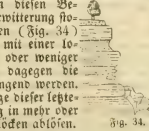


Fig. 34.

Auf hohen, oft von geneigten Schichten, welche ihre Köpfe oder ihre Flächen am Abhange zeigen, gebildeten Bergen (Fig. 35) bemerken wir noch einen deutlicher ausgesprochenen Verfall; in jedem Augenblick lösen sich Theile ab, besonders in solchen Tageszeiten, wo die atmosphärischen Veränderungen merklicher sind; es bilden sich im Momente des Aufthauens ungeheure Steinlawinen, die mit einer erstaunlichen Schnelligkeit die Abhänge hinunter rollen, und Alles, was sich auf ihrem Wege befindet, mit sich fortreißen; oft machen sich auch voluminöse Felsblöcke los, und zuweilen stürzen beträchtliche Bergpartien krachend ein. Daher auch die enorme Trümmermassen, die sich am Fuße der Abhänge aufhäufen und manchmal unermeßliche Strecken bedecken.

§. 52. **Verfall, den man diesen Wirkungen beimißt.** — Man schreibt gewöhnlich den lang anhaltenden atmosphärischen Einflüssen das Zerfallen zu, das man an vielen Felsen auf der Oberfläche der Continente bemerkt; denn fast alle Gesteine werden mehr oder weniger tief verändert, und befinden sich an ihrer Oberfläche in einem weit weniger festen Aggregatzustand, und weit weniger homogen, als in ihrem Innern. Beinahe in allen Steinbrüchen muß man erst eine ziemlich große Steinmasse wegräumen, bevor man Blöcke ausbrechen kann, die homogen, fest und frei von Rissen sind, und die lebhaften Farben zeigen, die man gewöhnlich sucht; man sieht dies besonders in den Marmorbrüchen und im Allgemeinen in den Steinbrüchen dichter Kalksteine. Gewisse Granite (siehe Mineralogie, die Artikel Quarz, Feldspath, Glimmer) sind so tief aufgelockert, daß die ganze Oberfläche des Bodens nur eine Anhäufung von Kies in abgerundeten Hügeln darstellt, welche das Regenwasser auf alle Weisen durchfurcht. Häufig trifft man diese Granite auf dem Boden als große abgerundete Blöcke an, die (Fig. 36) auf die bizarrste Weise auf einander gesetzt sind, ein

Fig. 36. Zerfall des Granites an verschiedenen Orten.

Fig. 35.

Fig. 34 u. 35. Wirkungen der täglichen zerstörenden Einflüsse der Atmosphäre auf die Berge.

wenig stabiles Gleichgewicht haben und bei dem leichtesten Stoß schwanken können. Dies zeigen besonders gewisse porphyrartige Granite mit großen Krystallen aus blättrigem Feldspath, die man an sehr vielen Stellen antrifft, und die auf dem Centralplateau von Frankreich besondere Bergketten bilden, welche man vom Limousin bis nach Gevaudan verfolgen kann.

In Gebirgen, wo der Granit sich leicht zersetzt, bemerkt man oft, daß die mehr oder weniger durchschnittene Masse, horizontale, durch senkrechte Risse getheilte Schichten darstellt, so daß sie sich gleichsam als eine Anhäufung unregelmäßiger Parallelepipeden zeigt. Man nimmt alsdann an, daß diese eckigen Blocke in Folge atmosphärischer Einflüsse an den Kanten und Ecken verwittern, daß die aufgelockerten Theile sich allmählig ablösen, und daß endlich abgerundete Massen entstehen, die entweder wie Käslaibe über einander gelegt, oder isolirt sind, wie wir sie heut zu Tage auf dem Boden liegend sehen. Außer allem Zweifel ist es, daß man die Uebergänge von den eckigsten Blöcken zu den abgerundetsten, und die Uebergänge von den Blöcken, wo sich das Gleichgewicht gewissermaßen auf einem Punkte herstellt, zu andern, wo die Verbindungsstelle ziemlich breite, horizontale Flächen darstellt (Fig. 36), öfters beobachtet.

Man muß jedoch bemerken, daß die Veränderungen, die rein atmosphärisch und im Stande sind, eine vollständige Verwitterung zu bewirken, wie z. B. diejenige, welche man hier annimmt, unter unsern Augen außerordentlich langsam vor sich gehen, so daß man zur Abrundung dieser Granitblöcke einen außerordentlich langen Zeitraum annehmen muß. Auch noch auf eine andere Weise hat man sich die Sache zu erklären gesucht und hat Gasausströmungen angenommen, die mehr oder weniger denjenigen analog sind, welche wir in den Solfataren gesehen haben (§. 38 und 44), und die so schnell die festesten vulkanischen Erzeugnisse zerstören. Diese Idee kann auf die tiefgehende Veränderung der Felsen, d. h. auf die Veränderung gestützt werden, die sehr verschieden ist von der einfachen Zerlegung, welche vor unsern Augen vor sich geht. Es sind auch in der That die erdigen Substanzen, die aus der vormaligen Zersetzung der Granite hervorgehen, in den Säuren auflöslich, die weder die unverletzten Gesteine, noch die Producte ihrer gegenwärtigen Veränderung durch die Luft angreifen.

Wirkung der Winde, Dünen. — Die Winde, welche wir schon die vulkanische Asche haben fortfragen sehen und welche ein mächtiges Hülfsmittel für die Wirkung der Wogen, wovon wir bald sprechen werden, bilden, wirken jedoch für sich selbst nur sehr schwach auf die festen Mineralmassen ein; ihre Wirkungen lassen sich eigentlich nur an Ablagerungen von feinem und leichtem Sande bemerken, und geben zu einigen wichtigen Beobachtungen Veranlassung. Man weiß nämlich, daß die Winde in den Wüsten Afrika's und Arabiens ungeheure Wolken brennend heißen Sandes in die Lüfte heben, dieselben von dem einen Ende zum andern tragen, und plötzlich breite, zuweilen ziemlich hohe Hügel bilden, welche ein nachfolgender Windstoß wiederum zerstört. Aehnlichen Wirkungen sind sämmtliche Küsten unserer Meere ausgesetzt; der geringste Windstoß setzt daselbst den Sand in Bewegung, und bestimmt auf der zuvor ebenen Oberfläche eine Menge unter sich paralleler, durch einen mehr oder weniger breiten Zwischenraum von einander gesonderter, runzelartiger Erhöhungen, deren jede auf der Windseite einen sanften und auf der entgegengesetzten Seite einen steilern Abhang zeigt (Fig. 37); bei einem nachfolgenden Windstoß kommen alle diese Runzeln in Bewegung und bald darauf sieht man eine jede von ihnen den Zwischenraum ausfüllen, welcher sie von der vorhergehenden trennte. Ein solches Phänomen im Kleinen sind die Dünen, die sich an den tiefliegenden flachen Küsten unserer Continente bilden, allmählig ungeheure Strecken in den nahe liegenden Ebenen einnehmen, und auf diese Weise das ganze Departement des Landes in Frankreich bedecken. Diese hinter einander liegenden Hügel, deren Richtung senkrecht zu der Richtung der herrschenden Winde steht, sind unaufhörlich in Bewegung und rücken beständig in das Innere der Länder vor. Die Seewinde stoßen den Sand von dem Fuße a des Hügels bis zu dessen Spitze b (Fig. 37), von wo er

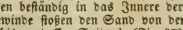


Fig. 37.

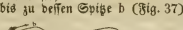


Fig. 38.

Fig. 37. u. 38. Verlauf der Dünen.

in der Richtung bc herabfällt, wobei er in diesem Theile eine Abdachung bildet, die immer steiler als die vordere ist. Daher nimmt ein einzelner Hügel, abc (Fig. 37), allmählig nach hinten zu, wenn ihm von vornen neuer Sand geliefert wird, oder wird er versetzt, wenn sich die nämliche Sandmasse beständig hin und her bewegt findet. Wenn nun der Wind auf sämmtliche Sandhügel zugleich einwirkt, so findet sich ihre ganze Masse in kurzer Zeit um eine gewisse Strecke gegen die Länder vorgerückt, während sich vornen auf Kosten des von dem Meere auf's Neue hergespülte Sand frische Hügelchen bilden. Man hat berechnet, daß die Dünen auf diese Weise alljährlich um 20 bis 25 Meter vorrücken, so daß man sicher annehmen kann, es habe eine Zeit gegeben, wo sie sehr weit von der Stelle entfernt waren, welche sie jetzt eingenommen haben, und daß sie durch allmähliges Vorwärtsschreiten in der Folge noch sehr weit in die Länder werden hineingerückt werden. Man kennt ziemlich viele Oerter, welche auf diese Weise durch solche Sandmeere überschwemmt worden sind, und man kann zum Voraus die Zeit berechnen, wo man diesen oder jenen Theil des Landgebietes wird verlassen müssen, wenn man nicht durch geeignete Pflanzungen dahin gelangt, daß man die Beweglichkeit dieser Ablagerungen aufhält.

§. 54. **Wirkung des Blitzes.** — Um die Abhandlung über die Folgen der atmosphärischen Einflüsse abzuschließen, wollen wir hier noch beifügen, daß selbst der Blitz ziemlich merkwürdige Wirkungen haben kann. Einerseits hat man seit Saussure an ziemlich vielen Orten und auf verschiedenen Felsen Spuren von einer Schmelzung durch einen auf die hohen Berge herabfahrenden Blitz entdeckt. Anderseits haben und die Beobachtungen von Friedler gelehrt, daß der Blitzstrahl, indem er in den Sand dringt, in demselben enge, unregelmäßige und oft sehr tiefe Kanäle gräbt, deren Wandungen selbst durch die Schmelzung des Quarzes fest geworden sind; endlich gibt es auch Fälle, wo beträchtliche Felstheile durch den Blitz umgeschlagen, von ihrer Stelle gerissen und weit hinausgeschleudert, manchmal den Abhang aufwärts gewälzt oder auf verschiedene Arten zerstückelt worden.

§. 55. **Die Wirkung der Gewässer.** — Das Wasser spielt bei den Veränderungen der Erdoberfläche eine sehr wichtige Rolle; manchmal durch seine auflösende Kraft; am häufigsten aber durch seine erweichende Kraft, durch sein Gewicht, und besonders durch seine Bewegungen, endlich durch seine bewegende Kraft. Daher auch die verschiedenen Veränderungen, deren Bedeutung und Ausdehnung man würdigen muß.

Auflösende Kraft. — Die Gewässer zeigen eine chemische Wirkung auf einige Substanzen, die sie entweder unmittelbar oder mit Hülfe der Kohlensäure, die sie einschließt, auflösen können. Sie wirken unmittelbar auf einige nicht sehr reichlich vorhandene Salze, die sie von der einen und andern Seite wegnehmen, oder auf einige Ablagerungen von schwefelsaurem Kalk, welchen sie auf verschiedene Weise zernagen. Mit mehr oder weniger Kohlensäure verbunden, äußert das Wasser seine Wirkung auf die Kalkfelsen entweder im Innern der Erde, aus welcher es wieder zurückkommt, und auf der Oberfläche Tuffe bildet; oder auf hohen Gebirgen, besonders zur Zeit der Schneeschmelze. In diesem Falle enthält das Wasser, das sich der in der Luft eingeschlossenen Kohlensäure bemächtigt, von dieser Säure in Folge der niedrigen Temperatur, in der es sich befindet, weit mehr als zu jeder andern Zeit; und über die Kalkmassen hinfließend, bildet es daselbst senkrechte Furchen, die immer und immer tiefer werden und ruft zuweilen mehr oder weniger beträchtliche Einstürze hervor. Diese langsamen Wirkungen des Wassers lassen sich besonders auf den Alpen und den Pyrenäen bemerken, da wo der Schnee einen Theil des Jahres bleibt und in der schönen Jahreszeit allmählig schmilzt.

Erweichende Kraft. — Indem das Wasser in die thonigen Schichten eindringt, erweicht es dieselben manchmal in dem Grade, daß sich diese Massen nicht mehr in ihren seitherigen Abhängen erhalten können und deßhalb unter ihrem eigenen Gewicht herabstürzen müssen; dies hat schon sehr viele Einstürze (Bergstürze, Bergschlipfen, Blaiken) im sedimentären Gebirge verursacht. Eine der merkwürdigsten Katastrophen dieser Art ereignete sich im Jahre 1806 an dem Ruffiberg oder Rosberg in der Schweiz nach einer sehr regnerischen Jahreszeit. Da die Thonsubstanzen, welche als Bindemittel für die Gerölle dienen, woraus der Berg besteht, erweicht waren, so löste sich plötzlich eine Masse von mehr als 50 Millionen Kubikmeter ab, stürzte in das Thal hinab, bildete daselbst 60 Meter hohe Hügel und begrub mehrere Dörfer unter Schlamm- und Geröllmassen. Unter ähnlichen Umständen wurde im Jahre 1618 die Stadt Plürs im Veltlin und im Jahre 1669 ein Theil der Stadt Salzburg zerstört. Man hat schon öfters mächtige Steinschichten langsam in den Grund der Thäler über den Schichten erweichter Thonsubstanzen, auf denen sie ruhten, herabgleiten, und ganz ruhig die Anpflanzungen, sogar die darauf stehenden Wohngebäude aus ihrer Stelle rücken sehen, ohne daß die Bewohner derselben es im ersten Augenblick gewahr wurden.

Das Wasser, das durch die Gesteine hindurch bis zu den Thonschichten sickert, die es aufhalten können und auf deren Fläche es seine Richtung nach außen nimmt, erweicht zuweilen auch diese Substanzen, von denen es allmählig gewisse Theile und besonders den Sand, der sie bedeckt, mit sich fortführt. Daraus ergeben sich nun an den Punkten, wo es aus der Erde tritt, mehr oder weniger ausgedehnte leere Räume, welche die darüber liegenden festen Massen ohne Stützpunkt lassen; diese letzteren werden alsdann

Fig. 39.

auf jede Weise aus ihrer Lage (Fig. 39) gerückt und in kurzer Zeit umgestürzt. Man sieht dies häufig an gewissen Abhängen, an deren Fuß sich sandige Thonschichten finden, welche die Quellen auswärts führen.

Etwas Aehnliches geschieht, wenn das den Fuß der Berge bespülende Wasser daselbst solche Substanzen finden, die sie mit Leichtigkeit erweichen oder deren Festigkeit sie sonstwie zerstören können. In diesem Falle befinden sich die oberen Theile des Bodens in kurzer Zeit überhängend, und es geschehen mehr oder weniger beträchtliche Einstürze. Dies findet z. B. an den Meeresküsten, an den Ufern der Flüsse oder Seen Statt, wo sich auf diese Weise mehr oder weniger hohe Abhänge bilden, die mehr und mehr beschädigt werden. Das Gleiche geht manchmal am Fuße der Wasserfälle vor sich, die über senkrechte, aus wechsellagernden kalkigen und thonigen Ablagerungen bestehenden Felsen herunterstürzen (Fig. 40); diese letzteren werden erweicht,

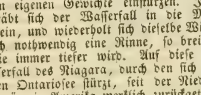


Fig. 40.

und durch das Wasser allmählig fortgeführt, welches längs der Felswand hinunterschickert, oder nach seinem Falle zurückspritzt; die andern Schichten, die dadurch überhängend wurden, müssen früher oder später unter ihrem eigenen Gewichte einstürzen. In diesem Falle gräbt sich der Wasserfall in die Masse des Bodens ein, und wiederholt sich dieselbe Wirkung, so bildet sich nothwendig eine Rinne, so breit als der Fluß, die immer tiefer wird. Auf diese Weise ist der Wasserfall des Niagara, durch den sich der Eriesee in den Ontariosee stürzt, seit der Niederlassung der Europäer in Amerika merklich zurückgetreten und hat wahrscheinlich das tiefe Bett gegraben, durch welches sein Wasser alsdann abfließt.

Wirkung des Gewichts. — Da das Wasser, wie alle übrigen Körper, durch sein Gewicht wirkt, so trägt es offenbar oft zu den von uns bereits bezeichneten Einstürzen bei und eben so gewiß übt es auch eine mächtige Wirkung auf die Dämme aus, die es zurückhalten. Wir sehen seine unheilvollen, verheerenden Wirkungen bei den Ueberschwemmungen, welchen verschiedene Gegenden in Folge ihrer Lage unterhalb der durch natürliche oder künstliche Dämme zurückgehaltenen Flüssen, See'n oder Meeren, ausgesetzt sind. Die Bildung der Zuyderſee im Jahre 1225, und des Bies-Bos im Jahre 1421; die zahlreichen Ueberschwemmungen der Polders sind traurige Beispiele, an welchen in der That die Wirkung der Strömung einen ebenso großen Antheil gehabt hat, als das Steigen der Gewässer. Wenn sich in Folge von Einstürzen gewisse Thäler versperrt finden, so gelingt es öfters den zu See'n angesammelten Gewässern bloß durch ihr Gewicht die Hindernisse, die sich ihrem Wege entgegensetzten, von sich weg zu stoßen; dies geschah z. B. im Bagnethal von Wallis im Jahre 1818, und wurde oft nach den Erdbeben gesehen, wo die eine Zeitlang in ihrem Laufe aufgehaltenen Gewässer in der Umgegend mehr Schaden gethan haben, als das Erdbeben selbst.

§. 56. **Wirkung der fließenden Gewässer.** — Mit der erweichenden Kraft und dem Gewicht

des Wassers verbindet sich oft noch eine dritte Kraft durch die Bewegung, die ihm innwohnen kann und die von der während des Herabströmens über mehr oder weniger stark geneigte Abhänge erhaltenen Geschwindigkeit abhängt. Diese Kraft ist zuweilen äußerst intensiv und der größten Wirkungen fähig, die man überall in den Gebirgen beobachten kann. Es findet sich wohl Niemand, der sie nicht schon nach heftigen Ungewittern auf den auf der Erdoberfläche so häufigen Ablagerungen leichter Substanzen zu bemerken und die tiefen Schluchten, die sich alsdann darin eingegraben finden, zu beobachten Gelegenheit gehabt hätte. Diese Wirkungen sind nun überall, wo es steiler Abhänge und eine auf demselben Punkte vereinigte beträchtlichere Wassermasse gibt, noch weit größer. Wenn eine Wasserhose oder ein heftiges Gewitter auf ein Gebirge losbricht, so geschieht es oft, daß der Boden, wofern er nicht durchaus ein hartes Gestein (z. B. Quarzfelsen, Granitfelsen u. s. w. darstellt, beschädigt und sehr tief durchfurcht wird. Die zahlreichen Risse, welche die Oberfläche der Felsen erhält, begünstigen die Einwirkung der Gewässer, und alsbald löst sich eine beträchtliche Masse von Fragmenten ab, welche die zerstörende Macht des Stromes noch vergrößern. Bald hierauf finden sich Felsblöcke von jeder Größe vom Berge * losgerissen, und auf große Entfernungen hinaus getragen, wobei sie die Wirkungen wegen ihrer Masse und Schnelligkeit verzehnfachen, verhundertfachen. Daher furchtbare Schluchten, auf vormals ebenen Abhängen und eine unermeßliche Trümmeranhäufung am Fuße des Berges und auf der ganzen Strecke des Bodens, wo die Geschwindigkeit allmählig abnimmt. Die durch solche Umstände oder durch die plötzliche Schneeschmelze angeschwollenen Ströme erzeugen gleichfalls schreckliche Verwüstungen; sie nehmen auf ihrem Wege alles bis auf den Quarz- oder den Granitfelsen mit sich fort, welchen sie selbst auch bald mittelst der Bruchstücke und Blöcke, die sie schnell vorwärts stoßen, mit Gewalt angreifen. Nichts ist alsdann schreckenerregender als solche Wasserströme, die man in den Schluchten dahin schießend und manchmal 10 bis 15 Cubikmeter große Felsblöcke mit sich fort wälzend gesehen haben muß, um sich einen deutlichen Begriff davon machen zu können.

Wenn man nach dem Rücktritt des Stromes in seine gewöhnliche Grenzen diejenigen Theile des Thales durchläuft, welche er eingenommen hat, so findet man hinsichtlich der Anzahl und Lage der Felsblöcke bedeutende Veränderungen, die man zuvor nicht daran bemerkte. Man macht sowohl in der Thalsohle als an den seitlichen Theilen bis zur Höhe der Gewässer hinauf die Beobachtung, daß die Felsen frisch abgenützt und gerieselt und sogar sehr tief gerieselt sind, wenn sie aus Kalksteinen bestehen; es ist dies offenbar eine Folge von der Wirkung der schweren, durch den Strom mit fortgeführten Blöcke. An andern Punkten zeigen frische Brüche das gewaltsame Losreißen mehr oder weniger großer Felsstücke.

Eisbruch bei den See'n. — Die See'n, die sich zuweilen in den Thälern durch die Lawinen oder durch die Einstürze bilden, bieten in ihrem Eisbruch noch etwas Schrecklicheres in Folge der enormen Wassermasse dar, welche alsdann in wenigen Augenblicken abfließen kann. Kaum hat das Abfließen durch einige Risse begonnen, als sich die anfängliche Oeffnung mit einer furchtbaren Schnelligkeit vergrößert und in einem Augenblick der ganze Damm gleichsam abgetragen ist. Ein ungeheures Wasservolumen strömt nun mit einer außerordentlichen Gewalt ab, und nichts vermag der aus der Masse und der Geschwindigkeit, die zuweilen in einer Sekunde 15 bis 20 Meter beträgt, zusammengesetzten Wirkung Widerstand zu leisten. Alles wird über den Haufen geworfen, und die festesten Felsen, wenn sie auf der Richtung des Stromes ein Widerlager bilden, werden in einem Nu aus ihrer Stelle gerissen, zerbrochen und auf weite Entfernungen hinausgeführt. Die Beschädigung des Bodens ist am Ursprung des Stromes und in den engen Passagen mit steilen Abhängen so vollständig, daß der bloßgelegte Felsen wie durch Menschenhände durchschnitten worden zu sein scheint. Dies geschah z. B. bei dem Eisgang des See's, welcher sich im Jahre 1818 im Bagnethale gebildet hatte. Aehnliche Spuren sieht man noch an den Seiten der Thäler, die auf diese Weise in Calabrien während der Erdbeben vom Jahre 1783 verheert wurden.

Wenn man solche Resultate sieht, kann man nicht zweifeln, daß, wenn sich durch einige unterirdische Bewegungen in dem Damme eines großen See's, wie z. B. des Eriesee's, ein Riß bildet, in kurzer Zeit eine tiefe Lücke gegraben wird, die man genau den Engpässen vergleichen kann, welche man so häufig in den Thälern sieht (§. 14), und welche man so sehr den Eisbrüchen vormals übereinander gelegener See'n, wie es jetzt noch die See'n von Nordamerika sind, zuzuschreiben versucht wird.

Schlammströme. — Durch die eine oder andere Ursache bilden sich auch Ströme von schlammigen Substanzen, deren Verwüstungen nicht weniger furchtbar sind. Manchmal geschieht es, z. B. in Irland, daß auf sehr sanften Abhängen gelegene Torfgruben, nachdem sie aufgeschwellt und durch zurückgehaltenes Regenwasser mehr oder weniger ausgebaucht worden, nicht mehr dem ersten Regenguß, der kömmt, Widerstand zu leisten vermögen und sich in Bewegung setzen. Sie ergießen sich alsdann trotz ihrer breiigen Consistenz und trotz der sanften Abhängen mit einer außerordentlichen Schnelligkeit, und werfen Alles um, was sich auf ihrem Wege befindet. In andern Umständen erweicht das Regenwasser lockere Thonsubstanzen, häuft sich darin an, und in einem gewissen Momente brechen die Dämme des Behälters durch, und ein von Felsstücken und sogar mit Blöcken, die von der zähen Masse getragen werden, erfüllter Strom bildet sich und fließt mit einer furchtbaren Geschwindigkeit ab, wobei er Alles über den Haufen wirft und dabei tiefe Rinnen gräbt. So ist es z. B. bei den wilden Waldströmen in dem Arvethal am nördlichen Abhange der Alpen. Die Schlammeruptionen von Java und Peru (§. 45) haben auf ihrem Wege über den Abhang des Bodens mehr Unheil angerichtet, als selbst die Aufhäufungen des Schlammes, womit sie die Gegend bedecken.

§. 57. Gefäll der Waldströme und Flüsse. — Wir haben gesagt, daß sich die fließenden Gewässer in ihren Wirkungen um so nachtheiliger äußern, je stärker die Abhänge sind, über welche sie hinabfließen; allein man darf darum nicht glauben, daß auch das Gefäll des Bettes sehr beträchtlich sein müsse. Die schnellsten Waldströme oder Giesbäche, die ein ununterbrochenes Bett bilden und Blöcke von einem halben Meter Durchmesser mit sich fortführen, bieten doch nur Abhänge von 1—2 Graden dar, und viele Flüsse fließen mit einer großen Schnelligkeit über unendlich schwächere Abhänge: ein Abhang von 3 bis 4 Minuten gibt uns beinahe die Gränze für die schiffbaren Flüsse, und unsere schnellsten Flüsse, die wirklich eine gewisse Tiefe haben, wie z. B. der Rhein, die Rhone ꝛc., zeigen nur Gefälle von 1 bis 2 Minuten; an mehreren Punkten ihres Laufes fließen sie noch mit einem Gefälle von 4 bis 8 Sekunden. Diese Thatsachen sind für die Vergleichung sehr wich-

* Sämmtliche Felsen, aus welchen die Erdoberfläche besteht, sind auf alle Arten zerbrochen: wegen der Risse können an gewissen Stellen enorme Blöcke durch die Gewalt des Wassers abgelöst werden, während man an andern Stellen den Boden gleichsam ewig dieser Gewalt widerstehen sieht.

tig, denn man ersieht daraus, welche große Wirkungen auf stärkeren Abhängen und bei größeren Tiefen erzeugt werden können. Man braucht nicht weiter zu gehen; denn wenn unsere Wallströme mit einem Gefälle von 1 bis 2 Graden Massen von ½ Meter Durchmesser fortzurollen im Stande sind, was würde nicht bei einem doppelten oder dreifachen Gefälle geschehen können! Und was würde nicht geschehen können, wenn bei diesem Gefälle die Tiefe des Wassers dieselbe würde, wie die unserer Flüsse! Es ist klar, daß hier der zäheste Schlamm eine enorme und der größten Wirkungen fähige Geschwindigkeit erlangen könnte. Wenn die Flüsse bei einem Gefälle von 3 bis 4 Minuten nicht mehr schiffbar sind, was würde trotz des schwachen Gefälles die Geschwindigkeit und die ihnen eingepflanzte Kraft sein, die sie bei größeren Tiefen erlangen könnten? Was mußte nicht da geschehen sein, wo in verschiedenen Phänomenen fließende Gewässer Thäler von mehreren hunderi Meter Tiefe ausfüllen konnten! Man begreift denn nun leicht die furchtbaren Entblößungen oder Auswaschungen der Thäler, man begreift denn nun die Fortführung der größten Felsblöcke, ohne das man kaum aus den Gränzen der heutigen Erscheinungen tritt.

§. 58. **Gerölle, Geschiebe.** — Bei den Verwüstungen, welche die fließenden Gewässer veranlassen, werden die den Gebirgen entrissenen Trümmer mehr oder weniger weit fortgeführt, je nachdem die Neigung des Bodens der Kraft des Wasserstromes erlaubt, sich auf mehr oder minder beträchtliche Entfernungen hinaus zu erhalten; allein in dem Maße, als das Gefäll abnimmt, nimmt auch die Geschwindigkeit ab, und bleiben auch allmählig die größeren Blöcke auf dem Grunde des Thales zurück, nach diesen erst die kleineren, und zuletzt auch der Sand und Schlamm, die oft weit hinausgetragen werden. Da die Blöcke und Fragmente während dieses Transportes sich an einander, und an den festen Wandungen des Bodens reiben, so verlieren sie allmählig ihre Kanten und Ecken, und werden endlich vollständig abgerundet, und bilden das, was man Gerölle nennt. Der ganze untere Theil der Gebirgsströme findet sie da, wo der Boden hinlänglich eben wird und wo das sich erweiternde Thal dem Wasser gestattet, breiter zu werden, wobei dieses an Tiefe und an Schnelligkeit abnimmt, gewöhnlich mit diesen Geröllen bedeckt, welche sich zuweilen in ungeheurer Menge anhäufen, und zwischen welchem sich der Fluß bei seiner gewöhnlichen Breite auf verschiedene Weise in einem Bette, das er sich gemacht hat, und das er oft bei den verschiedenen Zuflüssen verändert, hinschlängelt. Auch die Flüsse und See'n, in welche sich die Wallströme ergießen, und wo diese letzteren daher ihre Schnelligkeit verlieren, verschütten sich täglich mit diesem Gerölle, weßwegen auch z. B. das Bett des Po's immerwährend steigt. Der Kies und der Sand, die nur feine Gerölle sind, der Schlamm, der durch die allgemeine Abnützung und die erdigen Theile entsteht, werden stets sehr weit, entweder unmittelbar in die See'n und Meere, oder in die großen Flüsse fortgeführt, aus welchen sie sich allmählig an deren Ufer und besonders an deren Mündungen absetzen, die dann immer mehr davon versperrt werden.

Es bilden sich auch Gerölle oder Geschiebe gleichsam auf dem Platze selbst durch die Einwirkung der Wellen auf die eingestürzten Felsen. Auf diese Weise haben sich an den Küsten von Frankreich und England die Feuersteine der Kreide abgerundet und sich gegenseitig abgenützt, und bilden beträchtliche Bänke von Geschiebe. Etwas Aehnliches mußte an solchen Punkten geschehen sein, die heutzutage im Innern der Länder sind, wo man abgerundete und in allen ihren Theilen sehr glatte Blöcke ganz nahe an den Felsen findet, wovon sie offenbar abgelöst worden sind: man bemerkt dies besonders häufig um die Basaltkügel herum am südlichen Theil der Cevennen, entweder in den Trümmerhaufen, welche die Abhänge derselben bilden, oder in den Anschwemmungen, aus denen die benachbarten Ebenen bestehen.

In den Schlammströmen, die man in der That niemals große Räume durchlaufen sah, scheinen die Blöcke und Fragmente sich weit weniger abzurunden, als in den Wasserströmen. Ein merkwürdiger Umstand bei den Schlammströmen ist dies, daß sie die darin enthaltenen Trümmer gewöhnlich an den Ufern der von ihnen gegrabenen Rinnen, und zwar selbst in dem Niveau absetzen, welches die Schlammmasse erreicht hatte, gerade wie wenn sie auf der Oberfläche geschwommen wären: dies zeigen z. B. die längs der wilden Gebirgsströme des Salanchethals liegenden Trümmer.

§. 59. **Fortführung durch Eis und Gletscher.** — Wenn Gerölle und mehr oder weniger große Blöcke durch das Wasser oft auf sehr große Entfernungen von ihrem gewöhnlichen Platz hinausgerollt werden können, so gibt es auch noch andere Transportmittel, die sich uns häufig zeigen. Alle Reisenden, welche die Eisregionen der Polarmeere besuchten, sahen auch an den Ufern das Eis mehr oder weniger beträchtliche Felsblöcke einschließen, und sahen auch, wie die Eisschollen zur Zeit des Eisganges diese Trümmer mit sich fortreißen, sie nach allen Richtungen hintragen, sie auf der einen oder andern Seite an denjenigen Stellen absetzen, wo sie scheitern, oder sie an den Grund des Meeres hinabsinken lassen. So sah man bei Canada, Grönland und an den Küsten von Nowaja-Semla ꝛc., sehr voluminöse Blöcke, die von einem Orte zum andern und oft sehr weit hinaus getragen wurden. Es ist nicht zweifelhaft, daß viele kleine, gleichfalls in das Eis eingebackene Trümmer auf gleiche Weise fortgeführt worden sind, und da und dort mehr oder weniger ausgedehnte, zugängliche Ablagerungen bilden.

Die Gletscher, d. h. jene Massen festgewordener Graupen, welche die hohen Thäler der großen Gebirgsketten einnehmen, sind gleichfalls äußerst merkwürdige Transportmittel. Verschiedene Umstände gestalten diesen Ablagerungen, sich beständig zu bewegen und an den Abhängen des Bodens, auf denen sie sich finden, herabzugleiten; nun findet sich aber ihre Oberfläche mit Geschiebe und Felsblöcke bedeckt, die von den umgebenden Bergen herabgefallen sind, und wird das Ganze von dem obern Ende bis zum untern langsam fortgeführt, und so finden sich die oft ungeheueren Blöcke, ohne eine Reibung erlitten zu haben, weit fort getragen. Diese Trümmer häufen sich in Folge verschiedener Phänomene, in deren Einzelheiten wir nicht eingehen können, immer auf den seitlichen Theilen des Gletschers gegen die Thalseite hin auf, und oft entstehen auch daraus durch den Einfluß der Seitenthäler, die ihren Beitrag in langen Streifen herbeiführen, kleine längliche Hügel, die man Moräne nennt. Alle diese Trümmer stürzen, wenn sie am untern Ende des Gletschers angekommen sind, im Thale über den Abhang, und bilden an seinem Fuße andere, zuweilen ziemlich hohe Moräne. Wenn nun der Gletscher, nachdem er sich eine Zeitlang in Folge einer Reihe kühler Sommer vergrößert hatte, durch darauf folgende warme und lange Sommer abgenommen hat, so bleiben die verschiedenartigen Moräne auf dem durch das Eis verlassenen Boden, und bilden theils mehr oder weniger hohe Dämme, die unten im Thale quer über liegen, theils an den Seiten des Thales in einer mehr oder weniger beträchtlichen Höhe lange Streifen. Dies sind alsdann zugängliche Ablagerungen, wo

man in einem Durcheinander alle Felsarten des Thales als Fragmente und Blöcke von jeder Größe aufgeschichtet findet. Oft erkennt man diese zurückgelassenen Massen an verschiedenen Punkten, und selbst in ziemlich großen Entfernungen, welche die verschiedenen Zustände der Gletscher in verschiedenen Epochen anzeigen.

Nicht unnütz mag hier die Bemerkung sein, daß die Abhänge der Gletscher immer stärker sind als das Gefäll der Flüsse und niemals weniger als 3 Grade betragen. Dies muß daher auch das Minimum der Neigung der auf den Seiten des Thales in Folge eines starken Sinkens des Gletschers zurückgebliebenen Trümmerhaufen sein. Man wird daher auf diese Weise ein Mittel besitzen, diese Ueberreste der seitlichen Moräne von den Ablagerungen zu unterscheiden, welche durch Ströme, deren Gefälle weit schwächer sind, gebildet worden sein könnten (§. 57).

§. 60. **Streifen, Furchen (Rinnen), Glätte (Abgeschliffenheit) der Felsen.** — Ein Umstand, den anzugeben wir nicht unterlassen dürfen, welche Erklärung man auch davon geben könnte, ist dies, daß man oft auf den Alpen um die Gletscher herum, entweder in denjenigen Theilen, welche vom Eis aufgegeben worden sind, oder in einigen, sogar unterhalb dieser Ablagerungen liegenden Punkte, zu denen man gelangen kann, sehr deutliche unter sich parallele Furchen und Streifen bemerkt, die auf dem Felsen beinahe in der Richtung verlaufen, welche die Bewegung bei dem Transport der Masse nahm. Auch sind große Strecken von Felsen abgenützt und abgeschliffen, gleichsam polirt, wenn die Substanz dauerhaft genug zur Erhaltung der Spuren dieser Wirkungen ist. Man glaubte nun, daß diese merkwürdigen Wirkungen aus der Reibung der Eismasse an den Felsen, die sie heute noch tragen oder sie ehemals auf mehr oder weniger bedeutenden Höhen getragen haben, hervorgegangen seien. Aber ohne wirklich beweisen zu können, daß sich die Sache nicht also verhalte und ohne eine bestimmte, sichere Erklärung von diesen Erscheinungen geben zu können, ist es immerhin gut, wenn man hier die Zweifel angibt, die man dagegen erheben kann. Zuerst läßt sich auf dem Umstande, daß die Richtung der Streifen auch die der Bewegung des Gletschers sei, nichts schließen; denn diese Richtung haben auch die Thäler, in welchen fließende Wasser sich gleichfalls hätten bewegen können. Auf der andern Seite beweisen die unterhalb der Gletscherparten, zu denen man gelangen kann, beobachteten Streifen und Furchen keineswegs, daß sie von jenen Ablagerungen erzeugt worden sind; denn sie konnten eben so gut schon zuvor gebildet worden sein, wie diejenigen, die Durocher unterhalb der Sandablagerungen, welche die um das baltische Meer herum liegenden Ebenen bilden, bemerkt hat. Kurz, diese Furchen, diese Streifen und alle Wirkungen, von denen wir sprachen, können schon vor den Ablagerungen, von denen sie bedeckt sind, gewesen sein, und was diese Annahme zu unterstützen scheint, ist selbst die Ausdehnung des Phänomens, die über die gegenwärtigen Gränzen der Gletscher hinausgeht. Man hat aus dieser letzteren Beobachtung gefolgert, daß sich die Gletscher ehemals viel weiter ausdehnten als jetzt; doch die Theorie der Erdwärme könnte eher das Gegentheil glauben lassen, weil die Wärmeausströmungen aus dem Innern der Erde ehemals nothwendig stärker gewesen sein mußten, als gegenwärtig, daher konnten auch die Gletscher nicht so weit reichen. Wenn sie in dem Chamounythal ehemals ein wenig weiter (nämlich um eine Meile) vorwärts gerückt waren, als in unsern Tagen, so kann dies von einigen Umständen kälterer Winter, als wir sie jetzt haben, ferner von einigen Dispositionen der Wärmelinie, welche Resultate von irgend einem Unterschiede in der Beschaffenheit der Länder sind, die vielleicht diesem Theile der Welt ein Klima gab, das wir heutzutage zu Quebec unter dem nämlichen Breitegrad finden (§. 16), herrühren.

§. 61. **Wirkung der Wogen und der periodischen Bewegungen des Meeres.** — Wenn Gewässer, die den Fuß der Berge unaufhörlich bespachen, die untern Schichten derselben erweichen und den Einsturz derjenigen Theile hervorrufen können, die sie der Stütze berauben, so ist es klar, daß das unaufhörlich bewegte, manchmal mit außerordentlicher Gewalt an die Festländer anschlagende Wasser auch eine außerordentliche Wirkung auf die Küsten haben muß. Die Meereswellen zeigen in der That eine enorme Gewalt, besonders da, wo sich abgerissene, steile Felsen unmittelbar den Wogen eines offenen Meeres ausgesetzt finden. Der Stoß ist manchmal von solcher Art, daß die Erde unter den Füßen zittert, die festesten Dämme keinen Widerstand zu leisten vermögen, ungeheure Steinblöcke abgerissen, weit landeinwärts getragen, das Ufer aufwärts gestoßen und manchmal in senkrechter Richtung über die Hafendämme hinausgeschleudert werden, wo sie dann wie leichtes Gerölle herabrollen; mächtige Sand- und Kiesbänke werden oft zerstört und ganze Gegenden finden sich in einem Augenblick verheert.

Die Chroniken und Ueberlieferungen von den an Meeren gelegenen Gegenden bieten uns zahlreiche Beispiele von den allmähligen Veränderungen, von vorübergehenden Unfällen, die in sehr vielen Lokalitäten Statt gefunden haben. Unendlich vieles ist in dieser Hinsicht geschehen und jeder Tag fördert Neues zu Tage an den platten, sandigen Küsten, welche die Meere in den verschiedenen Welttheilen begränzen; wir haben davon berüchtigte Beispiele genug von der Einmündung der Schelde bis zum Kanal von Jütland an, wo man den Dies-Bosch, das Harlemermeer, die Zuydersee, den Dollart bei den außerordentlichen Eruptionen des Meeres sich bilden sah, wo unzählige Veränderungen an den Eilanderen von der Insel Texel an bis zur Elbemündung, in den Windungen des Lymfiords, oder an den Küsten des Kattegats und des baltischen Meeres vor sich gingen. Unendlich viele Einschnitte, flache Buchten und tiefe Meerbusen haben sich da mit verschiedenen Wiederholungen während der heftigen Stürme gebildet und bilden sich noch alle Tage durch die gewöhnliche Wirkung der Wogen, die bald Sandmassen herbeiführen, bald die ehemals von ihnen gebildeten Dämme wieder zerstören.

Doch nicht bloß auf den lockern Terrains äußert sich die Wirkung der Wogen; auch an den festesten Felsen offenbart sie sich; daher auch die täglichen Veränderungen in den ungeheuren senkrechten Felsen, die man an den Küsten von Frankreich und England, und in allen Theilen der Welt antrifft. Je abgerissener, steiler die Küste und je mehr sie dem unmittelbaren Spiel der Wogen ausgesetzt ist, desto mehr erfährt sie auch die Gewalt des Stoßes. Dagegen schreitet die Woge auf den platten Küsten, die ihr kein Hinderniß entgegensetzen, so weit es ihre Kraft zuläßt und bis sich allmählig ihre Geschwindigkeit ganz verloren hat, vor; sie führt alsdann an Sand und Gerölle weit mehr herbei, als sie selbst an den lockerſten Terrains zerstört. Die natürliche Lage der festen Schichten ist der Wirkung der Wellen bald ungünstig, bald günstig; sie ist ihr ungünstig, wenn diese Schichten, vereinigt und sehr homogen, gegen das Meer geneigt sind (Fig. 41), weil die Rückfehr einer Welle längs des geneigten Abhanges die Wirkung der nachfolgenden Welle vermindert, wovon der Rest der Kraft nur noch ausreicht, um das Wasser die Ebene hinansteigen zu lassen; das Wasser vermag alsdann bloß mit Hülfe der Spalten und Risse, die sich im Felsen befinden, denselben anzugreifen. Anders ist es aber, wenn

Fig. 41. Wirkung der Wellen auf geneigten Ebenen.

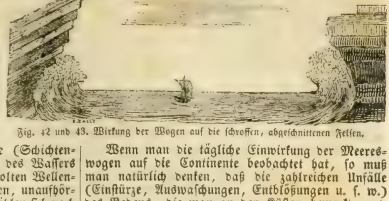


Fig. 42 und 43. Wirkung der Wogen auf die schroffen, abgeschnittenen Felsen.

der Boden seine abgeschnittenen Theile (Schichtenköpfe) (Fig. 42 und 43) der Wirkung des Wassers darbietet: die untern, durch die wiederholten Wellenschläge, die durch nichts geschwächt werden, unaufhörlich angegriffenen Theile waschen und höhlen sich nach und nach aus, und zwar um so schneller, je schneller die Substanz erweicht, oder je leichter überhaupt ihr Zusammenhang, ihre Festigkeit, zerstört werden kann; die obern Schichten, welche in kurzer Zeit dadurch überhängend werden, werden bald wankend gemacht und ins Meer gestürzt. Auf diese Weise sind beträchtliche Küstentheile zu verschiedenen Zeiten eingestürzt, sind Vorgebirge verschwunden, andere vom Continente abgeschnitten und getrennt worden. Dies geschieht Alles sehr rasch an solchen Orten, wo ein tiefes Meer die abgelösten Blöcke verschlingt, oder in denjenigen, wo die Wogen mächtig genug sind, um die Trümmer hin und her zu werfen, sie durch Zusammenstoßen oder gegenseitige Reibung abzunützen und sie nach und nach wegzuräumen, so daß der Fuß des Abhanges immer bloßgelegt ist. Dies ist besonders dann der Fall, wenn ein enger Raum zwischen zwei gegenüberliegenden Küsten starke Strömungen verursucht, wie z. B. in dem Kanal von La Manche, zwischen Frankreich und England, im Kanal St. Georg u. s. w., wo das in seinem Lauf aufgehaltene Wasser des atlantischen Meeres mit ungeheurer Gewalt an die Küsten schlägt. An diesen Stellen erreicht das Meer beständig das Gebirge, und zwar mehr oder weniger schnell, je nach dem Grad des Widerstandes, den ihm der Boden entgegensetzt. Sehr viele Erzählungen geben auch die Zeit der Haupteinstürze oder das Vorhandensein von Leuchtthürmen, Wohnungen und selbst Dörfern an, die allmählig verlassen worden und jetzt völlig verschwunden sind.

Wenn die von steilen Meeresufern herabgefallenen Trümmermassen nicht alsbald weggeräumt werden, so geht daraus (Fig. 44) ein natürliches Bollwerk

Fig. 44. Aufhäufung von Trümmern, die sich der Wirkung der Wellenschläge entgegensetzen.

gegen die Meereswogen, die sich daran brechen, ehe sie den Fuß des Uferabhanges erreichen, hervor; und erst nach langer Zeit können diese Trümmer abgenützt, abgerundet und nach und nach weggenommen werden, was von dem Grade der Festigkeit der Felsmasse, woraus sie bestehen, abhängt. Man bildet diese natürlichen Bollwerke so sehr als möglich nach, indem man Felsblöcke vor solche Uferabhänge setzt, die man entweder an den Küsten des Meeres oder an den Ufern der Flüsse schützen will.

Wenn man die tägliche Einwirkung der Meereswogen auf die Continente beobachtet hat, so muß man natürlich denken, daß die zahlreichen Unfälle (Einstürze, Auswaschungen, Entblößungen u. s. w.) des Bodens, die man an den Küsten bemerkt, und deren Datum man nicht weiß, denselben Ursprung gehabt haben. So muß man z. B. offenbar der Wirkung der Wogen gewisse Höhlen, die man häufig in gleicher Höhe mit dem Meere an den steilen Kalksteinfelsen der Küsten bemerkt, und vielleicht auch die mehr oder weniger hohen Bögen (Bogengänge), welche durch gewisse Vorgebirge hindurchgehen, zuschreiben. Es ist jedoch zu bemerken, daß diese Einwirkung bloß bei leicht erweichbaren Substanzen, z. B. bei der Kreide, Thonerde, bei sandigen Gebilden, sogleich große Resultate hat, dagegen unendlich langsam bei den festeren und härteren ist; es gibt Punkte, wo sie seit den ältesten historischen Zeiten gar nichts zur Folge hatte. Alsdann reicht es aber nicht hin, wenn man zur Erklärung aller Thatsachen blos die zerfressende, zernagende Kraft des Wassers zuläßt, noch reicht dazu die große ungestüme Macht der Wogen hin, sondern es muß auch der Boden, an denen sich die genannte Wirkung ausspricht, auf alle Arten, entweder durch vorausgegangene Wirkungen oder im Momente selbst durch Erdbeben, begleitet von heftigen Bewegungen des Meeres (§. 19), zerrissen oder gespalten sein. So nur vermögen wir uns die iso-

Fig. 45.

Fig. 46.

Fig. 45 u. 46. Beispiele von Felsen, die durch die Gewässer zerbrochen und zerkonnirt worden sind.

lirten Felsen, die sich in der Nähe der Continente finden, die großen Durchbrüche, durch welche das Meer einen Durchgang findet, die Gruppen zerschnittener, zerrissener Felsen, welche mitten im Meere Felsenriffe bilden, endlich alle jene so gewöhnliche und so verschiedenartige Zergliederungen, die man an den Küsten von Frankreich und England, an den zahlreichen Inseln, welche sich gegen die Nordmeere (Fig. 45 u. 46) hin ausdehnen, und in unendlich vielen andern Orten beobachtet, erklären.

§. 62. **Trümmerablagerungen durch die Gewässer.** — Bis jetzt haben wir die Gewässer als ein zerstörendes Agens betrachtet; aber eben deswegen, weil sie gewisse Theile des Erdkörpers unaufhörlich beschädigen, bilden sie an einem andern Orte neue Ablagerungen, und zwar im Verhältniß, als sie anderwärts Stoffe wegführen. Nachdem die Ströme Blöcke und Bruchstücke jeder Art abgerissen, dieselben in Gerölle verwandelt und diese auf mehr oder weniger beträchtliche Entfernungen hinaus fortgetragen haben, setzen sie dieselben in dem Maße ab, als ihre Geschwindigkeit abnimmt, und daher auch im untern Theil der von ihnen durchströmten Thäler, bei ihrem Zusammenfluß mit den Flüssen oder den See'n, in die sie sich ergießen. Daher ungeheure Anhäufungen von Trümmern, deren größere Theile sich durch Schlamm, der sich zugleich absetzt, verbunden finden.

Die großen Flüsse lassen, wenn sie in wenig geneigten Theilen fließen, gewöhnlich die größten Theile die sie aufgenommen haben, hinter sich und führen nur diejenigen mit sich fort, deren Gewicht mit der ihnen innwohnenden bewegenden Kraft im Verhältniß steht. Da aber oft ihr Gefäll sich mehr und mehr vermindert und auf diese Weise am Ende ihres Laufs beinahe unmerklich wird, so setzen sie auch die Substanzen, die sie mit sich führen, allmählig ab und erhöhen dadurch immer mehr ihr Bett; sie versperren sich endlich selbst den Lauf und theilen sich in mehrere kleinere Arme, wovon sich jeder einen Weg durch den Sand bahnt. Dieses unaufhörliche Steigen des Bettes der Flüsse ist an sehr vielen Orten im hohen Grade sichtbar; aber nirgends merklicher als am Po, dessen Dämme man allmählig immer höher machen mußte und noch jetzt erhöhen muß, um seiner Ergießung in die Ebenen der Lombardei vorzubeugen; auch ist das Bett dieses Flusses jetzt weit höher geworden, als die Häuser, die man vormals an seinen Ufern aufgebaut hatte.

Auf diese Weise haben die Flüsse die platten Länder, durch welche sie fließen, manchmal sehr tief und in sehr beträchtlicher Ausdehnung mit Sand bedeckt. Bei bedeutendem Steigen des Wassers wird der Sand oft aufs Neue angegriffen und von einer Stelle zur andern geschwemmt und bildet bin und wieder mehr oder weniger große Massen, die entweder mitten im Flusse zu Inseln werden, oder an dem einen Ufer Anschwemmungen bilden, während das andere Ufer sich allmählig tiefer gräbt. Diese Ablagerungen sind besonders an den Einmündungen der Flüsse in die See'n oder Meere sehr merkwürdig. Hier bilden sich nämlich, wenn die Strömung nicht schnell genug ist, um die Trümmer ungeachtet des Widerstandes, welchen die ruhigen Gewässer entgegensetzen, weiter zu führen, oder wenn die Wogen nicht stark genug sind, um den sich absetzenden Schlamm und Sand hinwegzuschaffen, mehr oder weniger ausgedehnte **Anschwemmungen**, die man bei den Einmündungen gewisser Flüsse in das Meer **Delta** nennt: solche Delta's hat der Rhein, die Rhone, der Nil, der Mississippi und besonders der Ganges am Meerbusen von Bengalen, wo die Anschwemmungen außerordentlich stark sind. Diese Delta's werden täglich größer und erleiden manchmal merkwürdige Umbildungen sowohl in ihrer Form, als in ihrem Umfang.

Die Meere selbst, die an so vielen Punkten in unsere Continente einbrechen, häufen an andern eine enorme Masse von Geschieben an, welche von dem Aneinanderstoßen der von den steilen Küsten herabgefallenen Felsen herrühren, oder auch Sand- und Schlammassen, erzeugt durch die Wogen, oder hereingeführt durch die Flüsse. Dadurch entstehen an den Küsten mehr oder weniger ausgedehnte Bänke und flache Ufer. Die feineren Theile werden durch die Winde vorwärts gestoßen, rücken allmählig gegen das Innere des Landes vor und bilden die schon §. 53 erwähnten Dünen. Es gibt sehr viele Oerter, wo alltäglich Anhäufungen jeder Art Statt finden, und viele an der Küste gelegene Punkte sind durch die Ablagerungen des Meeres erst seit bekannten Zeiten bedeckt worden: manchmal sind bei einem einzigen Einbruch des Meeres entweder bei einer außerordentlich großen Fluth, oder bei Stürmen, oder jenen plötzlichen Versetzungen der Gewässer, die während der Erdbeben Statt fanden, ganze Gegenden mit Sand bedeckt und fruchtbare Länder in unfruchtbare Ebenen umgewandelt worden. Die tief gelegenen Küsten, die den Anschwemmungen ausgesetzt sind, nehmen unausgesetzt auf Kosten der Gewässer zu und es ist in gewissen Punkten diese Zunahme, vielleicht mit ein wenig Uebertreibung, auf mehrere Meter per Jahr geschätzt worden. Daraus entstehen nun flache Buchten, und sind Häfen dadurch ausgefüllt worden; ferner, Städte u. s. w., die ehedem an den Ufern des Meeres lagen, liegen jetzt weit davon entfernt; Lagunen sind in Sümpfe umgewandelt worden, Sümpfe dagegen in trockenen, festen Boden, und Inseln werden mit den Continenten durch Versandungen, die sich um sie herum gebildet haben, vereinigt. Das Meer trägt durch das, was es herbeiführt, häufig auch zur Vergrößerung der Delta's bei, indem es an diese Punkte Alles trägt, was die Flüsse in ihrem Steigungsmomente weit hinausgeführt haben.

Die Ströme und Flüsse tragen nicht allein die dem Boden entrissenen Steintrümmer fort und häufen sie an, sondern auch noch organische Trümmerstücke und besonders eine ungeheure Masse von Vegetabilien, welche die Waldströme und Einstürze mit sich fortgerissen haben. So bilden sich auch da und dort bedeutende Anhäufungen dieser Stoffe, besonders in den großen Flüssen, welche Gegenden durchströmen, wo die Menschenhand noch nicht die unermeßlichen Wälder gelichtet hat, wovon die Gebirge bedeckt sind. Man findet besonders große Ablagerungen dieser Trümmer im Flusse Mississippi, vielleicht dem längsten Flusse der Erde, an, dessen Zuflüsse die bedeutendsten sind; sie bilden daselbst unermeßliche Flöße von Baumstämmen, die da und dort in den Versandungen stecken geblieben sind, und welche endlich in den enormen täglichen Anschwemmungen ganz vergraben werden. Die Vegetabilienmasse, welche dieser Fluß herbeiführt und täglich ins Meer treibt, ist so groß, daß man die Masse, die sich hier in einer Stunde aufhäuft, auf mehrere tausend Kubikmeter geschätzt hat.

Die Meeresströme, die sich mitten im Meere gebildet haben, führen häufig auch ungeheure Massen verschiedener Vegetabilien, Seepflanzen und organischer Trümmer jeder Art und von jedem Himmelsstrich herbei, die sich da und dort in den Buchten abgesetzt finden, welchen diese Meeresströme auf ihrem Wege begegnen; dies sieht man besonders bei dem großen atlantischen Meeresstrom, dem stärksten und bedeutendsten von allen, der sich den amerikanischen Küsten entlang bis zu den Eisregionen des Nordens hinzieht, wo die Polarströme die Trümmer dieser Gegenden mit denen der übrigen Welttheile vereinigen.

Wenn man so viele durch das Wasser herbeige-

führte Trümmer sieht, so könnte man nicht daran zweifeln, daß die Seen, welche Flüsse aufnehmen, sich allmählig mit allen Trümmern, die täglich dahin geführt werden, anfüllen; man sieht dies ganz deutlich bei einigen von ihnen, wo sich auf diese Weise Sümpfe und bedeutende Anschwemmungen bilden. Und eben so muß es auch auf dem Grunde des Meeres sein, wohin sich endlich alle Gewässer ergießen; man begreift auch in der That leicht, daß hier täglich beträchtliche Ablagerungen sämmtlicher Stoffe Statt finden, die dahin geführt werden; ferner Ablagerungen von solchen Stoffen, welche die Wogen selbst den Festländern entreißen und endlich Ablagerungen von allen Ueberresten der zahlreichen Thiere, welche in diesen weiten Abgründen verbreitet sind.

§. 63. **Absetzung der aufgelösten Stoffe.** — Wenn einerseits die Gewässer verschiedene Substanzen beschädigen und mit sich fortführen, so lösen sie andererseits auch einige davon auf (§. 55) und setzen sie später durch Verdampfung unter der Form fester, manchmal sogar mehr oder weniger krystallinischer, Bodensätze ab. So verraukt man z. B. der Durchsickerung solcher Gewässer die Stalaktiten jeder Art, die sich in den verschiedenen unterirdischen Höhlen bilden und deren Masse besonders in den Höhlen der Kalkländer beträchtlich ist (siehe Mineralogie). Auch sind gewisse Wasser an aufgelösten Stoffen reich genug, um sehr ausgedehnte Ablagerungen auf der Oberfläche der Erde bilden zu können. Dies sind besonders diejenigen, welche mit Hülfe der Kohlensäure eine große Menge kohlensauren Kalk aufgelöst enthalten, und welche, von reichen und zahlreichen Quellen kommend, Flüssen und sogar auch Seen die Entstehung geben, auf deren Boden sich täglich die sogenannten Kalktuffe bilden, wovon sehr bedeutende Ablagerungen vorhanden sind. Solche Wasser findet man fast überall, und wofern man bei Durchwanderung einer Kalkgegend nur im mindesten Willens ist, das aufzusuchen, was die Gegend der Beobachtung entgegenbietet, so ist's unmöglich, daß man nicht die Wirkungen davon bemerke. An dem einen Orte betrachten diese Wasser, indem sie sich über ein flaches Terrain oder über den Abhang eines Thales ausbreiten, die Pflanzen, die nach und nach darauf wachsen, und aus diesen agglomerirten und übereinander liegenden Inkrustationen geben mehr oder weniger große Felsen hervor, deren Masse durch neues Wasser, welches in den leeren Räumen derselben cirkulirt und alle Theile derselben vereinigt, fest wird. An einem andern Orte setzen diese Gewässer, indem sie über den Abhang eines der Pflanzen beraubten Bodens fließen, dünne und übereinander liegende Schichten ab, die den wellenförmigen Unebenheiten des Bodens folgen, und deren Gesammtheit mehr oder weniger dicke, compacte Massen bildet, die von Tag zu Tag wachsen. Wiederum, an einem andern Orte, sieht man nicht selten Trümmer, die am Fuße der Berge oder der Abhänge liegen, durch die Substanz, die das Wasser zwischen ihren Theilen absetzt, mehr oder weniger fest cementirt. Wenn die Gewässer in Sümpfe sich begeben, so inkrustiren sie auch da sämmtliche Pflanzen, und häufig bedecken sie alsdann die ganze Oberfläche mit einer Kruste, auf welcher sich manchmal schöne Auen entwickeln; sind aber diese oberflächlichen Schichten nicht fest und durch die unteren Inkrustationen schlecht unterstützt, so bieten sie Jedem, der über sie hinwegschreiten wollte, durch die Sumpflöcher, die sich plötzlich unter dem Fuße auftun, eine sehr große Gefahr dar; besonders werden darin häufig die durch das Grüne herbeigelockten Thiere gefangen. Erst allmählig gewinnt die Basis der Ablagerung durch Gewässer von derselben Beschaffenheit, die sich nach und nach unter diesen hohlen Räumen verlieren, eine größere Festigkeit, und erst alsdann kann man dieselbe mit einiger Sicherheit passiren, aber nicht ohne auf Spuren von Unfällen zu stoßen, die sich darauf ereigneten. In Seen, wo sich solche Gewässer ansammeln, bilden sich horizontale Schichten, von mehr oder weniger festen Kalksubstanzen, die oft mit Flußmuscheln und sogar mit Landmuscheln angefüllt sind, welche die Flüsse alltäglich dahin führen.

Wenn sich auch heute noch sehr viele Ablagerungen von Kalktuffen bilden, wie z. B. die von Vichy (Allier), von Saint-Allyre bei Clermont (Puy-de-dome), wo sie eine Brücke über den kleinen Fluß Areiez bildeten, sodann an ziemlich vielen Orten in Burgund, in Quercy, auf den Cevennen ꝛc. Es gibt sehr viele Punkte, wo es gewiß zu sein scheint, daß die Quellen bei weitem nicht mehr ihr altes Volumen haben, und noch mehrere gibt es, wo sie schon seit undenklichen Zeiten ganz vertrocknet sind; allein sogar noch bei diesen letzteren erkennt man leicht den Ursprung der Ablagerungen durch ihre Lage außen an den ununterbrochenen Reihen von Formationen, von denen wir in der Folge sprechen werden, und durch die Gegenwart, die Anordnung und die Beschaffenheit der organischen Ueberreste, die man darin findet.

Auch wird täglich durch mehr oder weniger kohlensauren Kalk haltiges Wasser der durch die Wellen, entweder in den Süßwasserseen oder in den Meeren, ausgeworfene Sand fest gemacht. In dieser Beziehung führt man den Sand des Obersees's in Nordamerika an, sodann den Sand, der sich im Meerbusen von Messina, an mehreren Punkten der englischen Küsten, auf den Antillen und hauptsächlich auf Guadeloupe, Neuholland, wo Perron diese kalkführende Wasser als ungeheure Wirkungen erzeugend schildert, und endlich in den meisten Inseln des Südmeers, sich aufhäuft. Diese sandige Substanzen werden oft so fest, daß sie zu Bauten verwendet werden können, und werden auch täglich zu diesem Zwecke an den Ufern des Meeres gebrochen.

Ablagerungen von Kieselerdestoffen. — Eine ziemlich große Anzahl Mineralwasser, besonders die warmen, enthalten neben dem kohlensauren Kalk eine gewisse Menge Kieselerde; daher gibt es auch mehrere Kalktuffe, die mehr oder weniger kieselhaltig sind. Aber unter diesen Quellen gibt es auch solche, die so reich an Kieselerde sind, daß sie bedeutende Ablagerungen von Kieselstinter bilden, der entweder beinahe rein oder mit verschiedenen andern Stoffen gemengt ist. Wir haben bereits der Tuffe der Geyser in Island erwähnt (s. Mineralogie), deren 3 bis 4 Meter mächtige Ablagerungen sich zuweilen ¼ Meile weit um die Quelle herum sich ausbehnen. Mehr oder weniger den vorigen analoge Gebilde, die gleichfalls von warmen Quellen herrühren und oft mit fremartigen Substanzen gemischt sind, findet man im Felsengebirge der vereinigten Staaten, sodann in Indien und auf der Insel St. Michael, wo sie sich in kleinen abwechselnden Schichten in den thonigen Substanzen finden, welche die nämlichen Gewässer aus dem Innern der Erde in Menge zu Tage fördern. In allen finden sich organische, besonders vegetabilische Ueberreste, wovon einige in Kieselerdezustand übergingen, während andere verschwunden sind und nur ihre Eindrücke zurückgelassen haben.

§. 64. **Struktur der Flötablagerungen. Wirkungen des Falls.** — Wenn man die Ablagerungen von Trümmern, die sich am Fuße der Berge durch die tägliche Zerstörung der Felsen bilden, näher untersucht, so findet man, daß ihre Abhänge eine sehr veränderliche Neigung haben, wovon die stärksten niemals 45° erreichen, und die schwächsten nicht wohl unter 20° herabsteigen; die Variationen zwischen diesen Gränzen stehen eher mit der Größe, der Form der Bruchstücke und den Umständen des Falls in Verbindung, als mit der Natur der Sub-

stanzen. Daraus geht nun, wenn bei verschiedenen auf einander folgenden Einstürzungen sich Veränderungen in der Form der Fragmente mit der Veränderung der bei ihrem Falle obwaltenden Umstände verbinden, eine Anhäufung von Ablagerungen hervor, deren Abhänge nach und nach schwächer werden, und welche in den durch das Wasser gegrabenen Schluchten nahezu die Anordnung a, b, c, d, e (Fig. 47) zeigen, wo jeder Zuwachs am Fuße dicker ist, als am obern Theile. Das Nämliche könnte offenbar auch in den stagnirenden Wassern, die jeder Bewegung entbehren, Statt finden; woraus dann folgt, daß beim Herabfallen eines Flusses in einen See mit steilen Uferwänden sich beträchtliche Böschungen mit einer sehr starken Neigung bilden könnten, und daß durch verschiedene Zuwachse, die allmählig Substanzen von verschiedener Größe und Form herbeiführen würden, sich auch Ablagerungen bilden könnten, die den vorhin erwähnten analog wären.

Fig. 47. Abdachung bei einem Einsturz.

Wirkungen des Mitfortreißens. — Wenn sich an einigen Stellen, selbst unter dem Wasser, Schichten mit einer Neigung zwischen 20° und 45° absetzen können, so darf man daraus noch keine Ablagerungen auf großen Flächenräumen folgern, wo die ungehindert frei sich verbreitenden fließenden Gewässer die von allen Seiten abgerissenen Trümmer vorwärts stoßen können. Hier ist die Neigung der Abhänge oder Abdachungen weit weniger stark; niemals erreichen sie das Minimum von einem durch Einsturz hervorgerufenen Abhang und erreichen 10 oder 12 Grade nur in außerordentlichen Fällen, bei sehr schnell dahin schießenden Gebirgsströmen oder vielmehr bei eigentlichen Wasserfällen, und zwar an der Stelle, wo sie sich in ein Querthal hinabstürzen. Selbst das Bett der schnellsten Flüsse ist unendlich weniger geneigt (§. 57), und die auf einander folgenden Ablagerungen geschehen bei den meisten beinahe horizontal. Der Kies und Sand, den die Wellen an die Küsten hinspülen, setzen sich gleichfalls bei sehr kleinen Neigungswinkeln ab, und Abhänge von 10 Graden sind sogar in solchen Lokalitäten Ausnahmen, die den stärksten Wellenschlägen ausgesetzt sind; gewöhnlich sind sie weit darunter, und so zu sagen horizontal.

Während durch Wasserströme und durch das Steigen der Flüsse, wobei der Boden starke Angriffe erleidet, verschiedene Substanzen mit fortgerissen werden, bildet sich oft etwas Aehnliches, wie die durch die Seewinde auf den Dünen erzeugten Wirkungen (§. 53). Es bilden sich nämlich quer über den Strom Runzeln; verschiedene Stoffe, die über diese anfänglichen Erhabenheiten hinausgestoßen werden, häufen sich dahinter an, wobei sie auf einander folgende Abhänge bilden, welche der Ablagerung die in Fig. 48 dargestellte Struktur geben. Wenn im Fluß eine Aenderung eintritt, so findet sich bald die wellenförmige Oberfläche der ersten Ablagerung gleichgemacht, und bilden sich darüber ruhige Ablagerungen (Fig. 49), von der sich die vorhergehende durch die eigenthümliche Struktur, die sie den bei der Bildung obwaltenden Umständen verdankt, unterscheidet. Diese aus dem Wechsel ruhiger und schneller Ablagerungen hervorgehenden Wirkungen sieht man sehr deutlich an den untere Flüsse begränzenden Anschwemmungen und besonders an den Delta's, welche ihren Lauf bestimmen, wenn das Wasser irgend eine Rinne darein gegraben hat. Man findet alsdann, daß die abgesetzte Masse aus deutlich horizontalen Schichten mit einer mehr oder weniger wellenförmigen Oberfläche (Fig. 50) besteht, die sich von einander unterscheiden durch die Dicke der zusammensetzenden Theile, durch die Farbe, durch die verschiedenartige Struktur, welche von den schnellen Aufhäufungen, entweder horizontal erzeugt worden ist, daß diese die Substanzen in der Richtung der gewöhnlichen Strömung, wie z. B. bei den Ablagerungen a und b, oder in umgekehrter Richtung, wie in der Ablagerung c, welche die in dem einen oder andern Augenblick gebildeten Gegenströme anzeigt, vorwärts schoben. Oft bilden sich da und dort besondere Anhäufungen, d, die gewöhnlich aus gröberem Kies oder aus verschiedenen organischen Ueberresten bestehen.

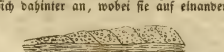


Fig. 48.

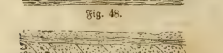


Fig. 49.

Fig. 50. Eine bei den Flußanschwemmungen beobachtete Struktur.

Bemerken wir jetzt noch, daß hinter den verschiedenen Hindernissen, die sich einem Wasserstrome entgegensetzen können, oft längliche Trümmerhaufen zwischen den beiden, in der Flüssigkeitsmasse gebildeten Seitenästen, die sich bis zu ihrer Vereinigung fortsetzen, entstehen; dies sieht man z. B. häufig hinter den Brückenpfeilern.

Wirkungen der schwingenden Bewegungen. — Die großen Wassermassen, z. B. die Meere, welche Wellenbewegungen unterworfen sind, zeigen uns noch eine andere Art von Thatsachen. Es setzen sich nicht nur die darin enthaltenen Stoffe in horizontalen Schichten ab, wie es eine schwerere Flüssigkeit thun würde, sondern es ist auch dies der Fall, daß selbst die schwächsten Bewegungen jenes materielle Theilchen verbindern, sich auf merklich geneigten Ebenen festzusetzen, dagegen aber alle Unebenheiten des Bodens auszufüllen suchen. Es ist zwar unmöglich, diese Wirkungen am Meeresgrund unmittelbar nachzuweisen; aber unendlich viele, durch die Marine in allen Punkten des Oceans vorgenommene Untersuchungen (Sondagen) zeigen uns deutlich, daß alle beweglichen lockeren Theile des Meeresgrundes eine äußerst geringe Neigung haben, daß schon Abhänge von halben Graden selten, und stärkere Abhänge durchaus nur Ausnahmen sind; daraus folgt nun, daß die Schichten, welche sich in diesen großen Wasseransammlungen durch die allmähligen Ablagerungen gebildet haben, ganz horizontal sein müssen. Wir sehen übrigens diese Thatsache auf's Deutlichste in gewissen, entweder ganz oder nur theilweise ausgetrockneten See'n ausgesprochen, wo man wechselagernde und ganz horizontal liegende Schichten jeder Art antrifft; dies zeigen z. B. der Baikasee in Schottland, der Obersee und der Huronsee in Amerika.

Wir erkennen vielelbe Thatsache in den gehobenen Meeresgründen, denen man an so vielen verschiedenen Oertern begegnet, und von denen wir einige angegeben haben, als wir von den Küsten Schwedens und Chile's (§. 18, 19), sprachen.

Diese Anordnung der verschiedenen in den Gewässern enthaltenen und schichtenweise auf dem Boden der Flüsse, See'n, Sümpfe aufgehäuften Substanzen nennt man Schichtung; die Ablagerungen selbst werden geschichtet genannt. Dieser Umstand unterscheidet ganz besonders die auf wässerigem Wege entstandenen Ablagerungen von denen, die durch Schmelzung im Feuer gebildet wurden und die man gewohnlich massig oder unregelmäßig getheilt nennt.

§. 65. **Beschaffenheit der Ablagerungen; organische Ueberreste.** — Die Alluvialschichten sind aus Gerölle, Kies und Sand, und auch aus Schlamm gebildet, der mehr oder weniger den Substanzen, die man Thone nennt, analog ist. Sie werden eben sowohl unter ihrem eigenen Gewichte, als auch durch die Gewässer, die kohlensauren Kalk oder verschiedene Stoffe enthalten, von denen sie durchdrungen werden können, mehr oder weniger fest. In den See'n liegt man Kalk- und Thonmergel, die besonders die Eigenschaft besitzen, an der Luft zu verhärten, wie man es z. B. in einigen halbvertrockneten schottischen See'n, in den Steinen der neuern Bildung, die man aus einigen ungarischen Sümpfen bricht, ferner an denen vom Ober- und Huronsee, in den nordamerikanischen Freistaaten, beobachtet. Ohne Zweifel bilden sich solche Steine auch in den Meeren, weil ihre Gewässer oft kalkhaltig genug sind, um dem an die Küsten geschwemmten Sand eine feste Consistenz zu geben; auch kann in dieser Hinsicht die Beschaffenheit der in so vielen verschiedenen Punkten gehobenen Ablagerungen keine Ungewißheit mehr übrig lassen.

Diese Ablagerungen sind häufig mit Ueberresten von allen organischen Wesen, die gegenwärtig auf der Erdoberfläche leben, erfüllt. In den Anschwemmungen der Flüsse findet man die Ueberreste von Flußmuscheln, die noch an den gleichen Oertern leben (Fig. 51 — 53), oder Landmuscheln, z. B. unsere

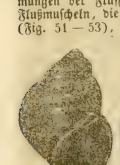


Fig. 51. Paludina vivipara.

Fig. 52. Planorbis corneus.

Fig. 53. Lymnaea stagnalis.

verschiedenen Schnecken, welche die Gattung Helix bilden, und welche oft in großer Anzahl durch die Bäche fortgeführt werden; es finden sich darin Baumäste und Stämme, Anhäufungen mehr oder weniger veränderter, manchmal zum Theil bituminoser Vegetabilien, sodann Knochen von Land- und Wasserthieren, manchmal in beträchtlicher Anzahl, seltener Menschenknochen, häufig aber Ueberbleibsel von Gegenständen der Industrie, z. B. Bruchstücke von Schiffen und Töpferwaaren u. s. w. Dies war Alles leicht vorauszusehen, und um Alles, was unter dem Wasser vergraben sein kann, zu begreifen, braucht man nur Zeuge von den Wirkungen irgend einer großen Ueberschwemmung gewesen zu sein.

Die Anschwemmungen durch das Meer zeigen durchaus analoge Umstände; nur schließen sie Meeresüberreste jeder Art, bald bloß für sich bestehend, bald gemischt mit den von den Flüssen herbeigeführten Fluß- und Landüberresten ein. Die Ueberbleibsel menschlicher Industrie, Anker, Kähne u. s. w., finden sich häufig darin, und der Mensch selbst hat seine eigenen Ueberreste darin zurückgelassen, und zwar nicht allein in den durch die Sandklüften verschlungenen Friedhöfen der Dörfer, wovon uns die Küste von Cornwallis Beispiele liefert, sondern auch noch unter den vom Meere ausgeworfenen Trümmern, z. B. zu Guadeloupe, wo sich seine Gebeine in einem durch Kalktuffe festgewordenen Sand und mit Ueberbleibseln der Industrie gemischt finden. In den Delta's, die sich theilweise durch die Süßwasser, theilweise durch das Meer bilden, bemerkt man abwechselnde Schichten, wovon die einen mit Meeresüberresten, die andern mit Süßwasserüberresten erfüllt sind; aber in andern Umständen findet man alle diese Reste undeutlich unter einander gemengt.

Die Ablagerungen von Thon, Mergel oder Kalk in den Seen schließen mehr oder weniger zahlreiche Flußmuscheln ein, die denjenigen ähnlich sind, welche noch heute an den gleichen Oertern leben, sodann Landmuscheln, die vom Rande der Ufer weggespült oder durch Bäche fortgeführt wurden, Fische, und in einigen Fällen auch Ueberreste von Säugethieren; verschiedene Pflanzen haben darin ihre Eindrücke zurückgelassen oder sind sie darin zu Petrefakten von kohlensaurem Kalk und selbst von Kieselerde geworden. Dies beobachtet man überall, wo sich Lager von Kalktuff bilden, und hat man in dem Bakie- und Kinnordysee in Schottland, im Ober- und Huronsee in den nordamerikanischen Freistaaten bemerkt, wo die Ablagerungen sehr ausgedehnt zu sein scheinen.

Daß die Ablagerungen, die sich im Meere bilden können, gleichfalls die Ueberreste der zahlreichen Thiere, die tagtäglich darin untergehen, und wovon die festen Ueberbleibsel nicht wo anders hin geschwemmt werden können, einschließen, ist nicht zu bezweifeln. Die Sondagen liefern uns davon einen allgemein bekannten Beweis und zeigen uns, daß der Boden des Meeres oft aus zerbrochenen oder ganzen Muscheln, aus Fragmenten von Madreporen, Seeigeln ꝛc. bestehen, die bald mit Sand vermischt, bald für sich allein, bedeutende Bänke zusammensetzen. Auch weiß man, daß da und dort auf dem Meeresgrund große Anhäufungen von Vegetabilien existiren, die auf dem Wege der Zerlegung sind; dies gilt besonders von den nördlichen Meeren, wo die Capitäne der Wallfischfänger sie häufig um die Färöerinseln, Island, Spitzbergen ꝛc. herum angetroffen haben. Solche Anhäufungen mußten sich auch in der That hier bilden, weil die Meeresströme die dem Meeresboden entrissenen vegetabilischen Ueberreste, sowie die durch die Flüsse herbeigetragenen weiter führen. Auch kann man nicht daran zweifeln, daß diese unterseeischen Schichten zahlreiche Skelete von Fischen und Cetaceen, die darin ihr Leben beschließen, enthalten, und man führt auch wirklich Sondagen an, bei welchen man solche Ueberreste in einem mehr oder weniger festgewordenen Sand, welcher die Untiefen bildet, gefunden hat. Da übrigens die Flüsse beständig Ueberreste von Landsäugethieren mit fortführen, so müssen die Gebeine derselben irgendwo abgelegt werden; es gibt sogar Süßwasserfische, deren Ueberreste in den Ablagerungen des Meeres enthalten sein können, weil man weiß, daß bei großen Ueberschwemmungen die Flußfische der Gewalt des Stromes nicht zu widerstehen vermögen und so in das Meer geführt werden. Man hat Beispiele von Flüssen, die nach solchen Katastrophen ganz entvölkert von Fischen waren.

§. 66. **Korallen- oder Madreporenriffe.** — So nennt man ausgedehnte Bildungen von zusammengehäuften, steinigen Polypenstöcken, die in den Tro-

Fig. 53. Eine Madreporeninsel im stillen Ocean.

Fig. 55. Meandrina labyrinthica

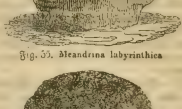


Fig. 56. Astrea viridis.

Fig. 54. Caryophyllia fastigiata.

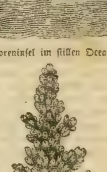


Fig. 57. Madrepora muricata.

penmeeren eine große Anzahl Inseln von gleicher Höhe mit dem Wasserspiegel und unterseeische Bänke, deren Masse sich mehr und mehr erhebt, bilden. Es sind noch keine zwanzig Jahre, daß man bei den kleinen Thierchen, welche diese Ablagerungen durch Ausschwitzen eines kalkigen Saftes bilden, annahm, als könnten sie in den größten Tiefen des Oceans leben; man glaubte, daß sie hier ihre Wohnung zu bauen anfangen und daß sie deren Masse allmählig bis zu großen Bergen vermehren, deren Spitzen sowohl die gegenwärtigen Riffe bildeten, als sie den meisten großen Inseln dieser nämlichen Meeresgebiete die Entstehung gegeben hätten. Diese mikroskopisch kleine Wesen, sagte man, suchen auf diese Weise den unermeßlichen Raum der Meere auszufüllen und bereiten ungeheure Veränderungen auf der Erdoberfläche vor. Aber diese Uebertreibung ist vor den Beobachtungen der Herren Quoi und Gaimard verschwunden, die bewiesen haben, daß die am meisten zur Bildung der Korallenriffe beitragenden Arten, z. B. die Caryophyllia *Lam.* (Fig. 54), die Meandrina (Fig. 55) und besonders die Astrea *Lam.* (Fig. 56), die zuweilen unermeßliche Räume bedeckt, sodann die verschiedenen Madreporen (Fig. 57), nur in geringen Tiefen leben können, und daß unter 8 oder 10 Meter Tiefe sich keine Spuren mehr davon finden. Diese Thierchen lassen sich also zuerst auf schon vorhandenen, sehr hohen Felsen nieder, deren Abhänge, wie die Untersuchungen zeigen, oft sehr steil abfteigen; von da aus können sie ihre festen Produkte bis zum Niveau des Meeres übereinander häufen, wo alsdann ihre letzten Generationen erlöschen. In dieser Höhe angelangt, können sie den Ocean nicht weiter erfüllen; aber die Krusten, die sie bilden, sind jedoch nicht weniger wichtig, weil sie manchmal eine Tiefe von 8 bis 10 Meter haben, sich auf unermeßliche Räume ausdehnen und sich an unendlich vielen Stellen sämmtlicher Tropenmeere wiederholen. Sie krönen die meisten unterseeischen Berge und bedecken tausende von Quadratmeilen, die auf eben so viele Inseln und Inselchen vertheilt sind.

Diese Korallenriffe bauenden, auf jeder Felsart festsitzenden Polypen umgeben mit ihren Produkten die meisten großen Inseln, die wir kennen, indem sie davor Wälle bilden, die davon oft durch tiefe Wasser getrennt sind. Wo anders bilden sie abgesonderte oder auf verschiedene Weise gruppirte Inselchen und in allen Fällen um so gefährlichere Klippen, als man sie erst dann bemerkt, wenn man sich schon darauf gestrandet sieht, und als die Tiefe des Wassers keinen Ankerplatz darbietet, um sich davor zu schützen. Ihre Ablagerungen sind es, welche in gewissen Bezirken des Südmeeres die Schifffahrt so erschweren und der Marine so viele beklagenswerthe Verluste verursachen. Unter den verschiedenen Formen, welche diese Ablagerungen auf der Oberfläche der Meere angenommen haben, gibt es einige, die besonders merkwürdig sind und die man vielleicht noch nicht ganz erklärt hat: bald stellen sie völlig ringförmige Riffe dar (Fig. 58), in deren Centrum sich ein von allen Seiten geschlossener See befindet; bald bieten sie Ringe dar, die durch eine oder mehrere Oeffnungen durchbrochen sind, durch welche man in das Innere eindringen kann; oder sind es Gruppen von Inseln, die in einem Kreise herum liegen und wovon man oft mehrere unmittelbar hinter einander liegend findet. In diesen innern Meeren ist das Wasser öfters sehr tief; aber zuweilen auch sehr seicht, und dann entwickelt sich daselbst eine unermeßliche Anzahl von Polypenstöcke, welche früher oder später den ganzen Raum ausfüllen müssen. Offenbar scheinen die meisten dieser kreisrunden Riffe nichts Anderes als die Ränder verschiedener Erhebungskrater zu sein (§. 35), auf welchen die Polypen sich niedergelassen haben; zu dieser Idee wird man besonders durch die vulkanische Beschaffenheit der meisten Inseln des großen Oceans und durch die Art und Weise, wie manchmal die unterseeischen Eruptionen vor sich gegangen sind, veranlaßt. Doch hat man Zweifel gegen diese Erklärung in Beziehung auf diese Inseln dieser Art, namentlich aber in Beziehung auf diejenigen erhoben, welche die Inselgruppen der Mala-Diven und Lacca-Diven im indischen Meere bilden. Man hat sich dabei besonders auf die große Anzahl der kreisrunden Gruppen, die man an gewissen Stellen findet, und auf die unermeßliche Ausdehnung gestützt, die man bei den Erhebungskratern in andern annehmen müßte; es ist dies ein Gegenstand neuer, sehr

interessanter Forschungen geworden, und die zukünftigen Beobachtungen werden uns lehren, was man von den Ideen bezüglich der allmähligen Versenkungen, die angenommen worden sind, um die Bildung dieser Arten von Riffen zu erklären, zu halten habe.

Man hat um die Madreporenriffe herum, sowie in den von ihnen eingeschlossenen See'n, einen weichen und weißen Schlamm von kalkiger Beschaffenheit und ganz der Kreide ähnlich gefehen, den man bald der Desintegration der Madreporen, bald den Auswürfen der Würmer, welche die Korallenstöcke durchbohren, oder den Auswürfen von Fischen, die sich davon nähren, zugeschrieben hat. Dieser Schlamm scheint in sehr vielen Punkten der Südmeere ziemlich beträchtliche Ablagerungen zu bilden.

Wenn die Korallenriffe die Oberfläche des Wassers erreicht haben, so bedeckt sie das Meer oft mit Trümmern jeder Art, auf welchen sich nach und nach eine Vegetation entwickelt. Dadurch sind die meisten niedern Inseln des großen Oceans entstanden, die beinahe alle auf Anhäufungen von Polypenstöcken ruhen. Auf dieselbe Weise haben sich sehr viele andere Inseln an ihren Rändern vergrößert; und viele werden früher oder später ebenso an Größe zunehmen, denn heutigen Tages kann man bei niedrigem Wasserstand oft auf den Korallenriffen, welche diese Inseln bis zu einer halben Meile Entfernung von der Küste begränzen, vorrücken. Aber ein sehr wichtiger Umstand ist dies, daß man an vielen Oertern sogar im Innern der Länder und zwar in einer Höhe von 200 bis 300 Meter durchaus ähnliche Ablagerungen findet, die aus den nämlichen Madreporenarten zusammengesetzt sind; dies sieht man z. B. auf Timor, wo die Ablagerungen eine Tiefe von 8 bis 10 Meter haben; ferner auf Neuholland, auf Vandiemensland, auf den Marianen, den Sandwichinseln u. s. w., wo sie auf Thonschiefer, Sandstein, Kalk, vulkanischen Produkten u. s. w., aufruhen; auf Île de France findet sich eine ähnliche, 4 Meter dicke Bank zwischen zwei Lavaströmen eingelagert. Die Gegenwart dieser Ablagerungen an solchen Stellen zeigt offenbar an, daß alle diese Inseln aus dem Schooße der Meere und zwar oft mit verschiedenen Wiederholungen, emporgestiegen sind, denn man findet darin manchmal auch auf verschiedenen Höhen Madreporenbank.

§. 67. **Torflager.** — Auf der Oberfläche der Continente bilden sich in verschiedenen Tiefungen des Bodens, in Thälern mit sanften Abhängen, in einem Worte — in tiefgelegenen und sumpfigen Oertern Ablagerungen von Vegetabilien, deren Zerlegung ein eigenthümliches Brennmaterial — den Torf liefert, dessen ganze Masse Torflager genannt wird. Diese Lager bilden sich jedoch nicht überall ohne Unterschied, und nur unter besondern Umständen. Sie bilden sich weder in fließenden Gewässern, noch in tiefen Seen, noch in den zeitweisen Wasserpfützen, die zu gewissen Zeiten wieder vertrocknen; vielmehr nur an solchen Stellen, wo stagnirendes oder sich langsam erneuerndes Wasser sich beständig und bei einer geringen Tiefe erhalten kann: dieser letzte Umstand hängt ohne Zweifel davon ab, daß der Zutritt des Lichtes nöthig ist, um die Vegetation hervorzubringen, welcher der Torf seine Hauptentstehung verdankt.

Die Erzeugung des Torfes, zu welcher sämmtliche Wasserpflanzen beitragen, wird jedoch hauptsächlich durch die Anhäufung derjenigen bewirkt, die immer unter Wasser gelegt sind und sich schnell vermehren, z. B. die Sumpfmoose, Wassermoose u. s. w.; ihre Ueberreste bilden die Hauptmasse, die alle übrigen einhüllt und vielleicht zu ihrer Zerlegung mitwirkt. Es verbinden sich damit auch eine große Anzahl Landpflanzen, die durch die Bäche oder kleine Klüfte, entweder bei ihrem gewöhnlichen Wasserstand oder bei ihrem Austreten herbeigeführt werden. Häufig findet man darunter auch große Bäume, die mehr oder weniger tief in die Masse vergraben und besonders in den untern Theile der Lager, wo sie auf Sand und Thon ruhen, die den Grund davon bilden, bemerkt werden. Oft scheinen sie auf der Stelle, wo sie standen, zerbrochen und an ihrer Wurzel, die man noch im Boden der Torflager befestigt findet, abgebrochen worden zu sein. In gewissen Fällen sind diese Ueberreste außerordentlich zahlreich und scheinen ganze Wälder anzuzeigen, die vor der Bildung des Torfes an der Stelle selbst, wo sie wuchsen, begraben worden sind. Die Pflanzen, die man so findet, beziehen sich alle auf die gegenwärtige Vegetation; es sind harzige Bäume, Eichen, Birken, Eschen, Ulmen ꝛc.: die ersteren haben sich im Allgemeinen am besten erhalten; sie haben namentlich ihre ganze Festigkeit beibehalten und haben sich bloß geschwärzt; dagegen sind die andern gleichsam in Erde umgewandelt worden, die durch Vertrocknung in Staub zerfällt. In den Torflagern finden sich oft auch Ueberreste von Säugethieren, die im Allgemeinen noch der gegenwärtigen Epoche angehören; es sind Ochsenknochen, Hirsch- und Rehgeweihe, Hauzähne von wilden Schweinen u. s. w.

Die Torflager ruhen auf jeder Bodenart, manchmal sogar auf krystallinischen Gesteinen; aber immerhin ist es ein seltener Fall, daß sie nicht auf Sand- und Thonlagen, und manchmal auf Gerölle in ihrer Bildung den Anfang machen. Es gibt solche, wo die aufgehäuften Pflanzenüberreste nur eine einzige, mehr oder weniger dicke Masse bilden, die an ihrem untern Theile fester und schwärzer ist, als in ihrem darauf folgenden Zuwachs; dagegen gibt es auch andere, wo der verbrennliche Stoff verschiedene Schichten darstellt, welche durch mehr oder weniger tiefe, ohne Zweifel durch allmählige Anschwemmungen, welche dieselbe bedeckt haben, gebildeten Ablagerungen von einander getrennt sind. Diese Ablagerungen bestehen aus Sand, Thon, Kalk- und Thonmergel, die oft eine große Menge Süßwassermuscheln, so wie Landmuscheln einschließen, die ohne Zweifel durch die Bäche herbeigeführt worden sind; manchmal glaubt man zwischeneingelagerte Schichten von vegetabilischer Erde zu erkennen. Oft ist die Oberfläche eines Lagers noch vom Wasser bedeckt, aber es ist auch der Fall, daß es mit Erde bedeckt ist, die eine dichte Vegetation von solchen Pflanzen trägt, welche die Feuchtigkeit lieben und deren Wurzeln gerne im Wasser sind.

Wir haben nun gesehen, daß der Torf sich nur in wenig tiefen Wasseransammlungen bildet; und dennoch gibt es Ablagerungen dieses außerordentlich dichten Brennmaterials, welche besondere Umstände erfordert zu haben scheinen. Diese, den allgemeinsten Beobachtungen entgegengesetzte Thatsache veranlaßt uns zu der Annahme, daß die Lokalitäten, wo man solche Massen findet, allmählig in dem Maße Senkungen erlitten haben, als sich die Substanzen absetzten; dahin führt uns auch die Beobachtung der zwischen eingelagerten Schichten von vegetabilischer Erde, welche einen Wechsel von Vertrocknung und Befeuchtung voraussetzt; endlich führen die heutigen Tages auf dem Boden der Torflager befindlichen Anhäufungen von Bäumen, die in uns den Gedanken an vormalige, auf dem Platze umgestürzte Wälder erwecken, nothwendig die Existenz eines ursprünglich trockenen Bodens nach sich, welcher später einsinken mußte, um das Wasser aufzunehmen und aufzubewahren.

Diese Torflager sind auf der Erdoberfläche reichlich verbreitet und finden sich, indem sie die verschiedenen Tiefungen (Eindrücke) des Bodens einnehmen, auf allen Höhen in mehr oder weniger ausgedehnten Becken. Sie reichen bis zu den Spitzen der Berge hinauf, z. B. in den Alpen, und finden sich ebenso-

wohl auf Hochebenen, z. B. im Centrum von Frankreich, im Limousin und der Auvergne, in den Bergsümpfen der Ardennen, in den Vogesen u. s. w., als in den Tiefebenen, wo sie, wie in Schlesien, Preußen, Hannover, Westphalen, Holland, zuweilen einen unermeßlichen Raum bedecken. Sie folgen oft der Richtung der Thäler, deren Buchten sie, sei es nun auf hohen Bergen, oder in Hoch- und Tiefebenen, ausfüllen. Auf diese Weise finden wir sie in Frankreich in sehr vielen kleinen Punkten, und liegen unsere ausgedehnteren Lager in dem Sommethale zwischen Amiens und Abbeville, wo beträchtliche Ausdehnungen gemacht werden können, die für das Land von der größten Wichtigkeit sind.

Wenn sich auch die meisten Torflager durch Flußpflanzen gebildet haben, so gibt es jedoch, wenn auch sehr wenige, Niederlager, die aus Tangen und Seepflanzen bestehen. Solche Lager sieht man unter andern in einigen Buchten der flachen und sandigen Küsten des Oceans, namentlich auf denen von Friesland und Jütland; aber diese kleinen Lager sind eher das Resultat des Herschwemmens durch die Wellen, als das Ergebniß einer Bildung, die mit der bereits erwähnten verglichen werden könnte. Manchmal bilden sich auf Gebirgen zugängliche Lager von Moos, Blättern, verschiedenen Ueberresten, die im Grunde feuchter Thäler angehäuft, gleichfalls eine Art Torf geben, der aber so schlecht ist, daß man ihn fast nicht benützen kann.

Bildung und Veränderung der festen Erdrinde.

§. 68. **Gedrängter Auszug aus den vorhergehenden Beobachtungen.** — Nach der Aufzählung und Erörterung der Thatsachen, welche sich in den vorhergehenden Kapiteln finden, betrachten wir die verschiedenen nachstehenden Resultate als allgemeine Grundsätze der Wissenschaft:

Thatsachen, die sich auf den Erdkörper im Allgemeinen beziehen.

1) Die Masse des Erdkörpers ist ursprünglich flüssig gewesen; denn sonst hätte er nicht am Aequator aufschwellen, nicht die Form eines Umdrehungssphäroides annehmen, und von der Oberfläche gegen den Mittelpunkt an Dichtigkeit zunehmen können.

2) Dieser ursprünglich flüssige Zustand ist das Resultat einer Schmelzung durch Feuer, weil die Temperatur von der Oberfläche nach dem Innern der Erde noch zunimmt, und zwar so, daß sie bei 3 Kilometer bereits 100 Grade hätte, und daß zwischen 20 und 40 Kilometer sämmtliche Silikate in völligem Flusse wären.

3) Die festgewordene Erdrinde, die noch heutigen Tages im Vergleich zum Halbmesser der geschmolzenen Masse immer noch sehr dünne ist, mußte in der ersten Zeit der Erkaltung noch unendlich dünner sein; folglich sind die Verrückungen, die verschiedenen Veränderungen des Bodens noch leichter vor sich gegangen, als jetzt.

Wirkungen der Erdbeben.

4) Bei den Erdbeben bilden sich mehr oder minder ausgedehnte und tiefe Spalten oder Risse; Berge gehen unter, und andere entstehen; See'n fließen durch ihre durchbrochenen Dämme ab, oder verlieren sich in unterirdischen Kanälen, den offenbaren Ergebnissen der im Innern der Erde entstandenen Spalten.

5) Bei diesen augenblicklichen, vorübergehenden Phänomenen finden bedeutende Erhebungen des Bodens, oder auch bedeutende Senkungen Statt; allein sie bilden sich an verschiedenen Oertern auch langsam und fortschreitend auf sehr ausgedehnten Räumen. Die Beobachtung lehrt, daß sie sich gleichfalls in früheren Epochen gebildet haben mußten.

Resultat der vulkanischen Erscheinungen.

6) Die vulkanischen Erscheinungen bieten uns Erhebungen des Bodens, tiefe Spalten, mehr oder weniger weite Aushöhlungen mit auswärts geneigten Schichten, welche die sogenannten Erhebungskrater bilden, dar. Es erheben sich aus dem Innern der Erde oder unter dem Wasser kegelförmige Berge, die in ihrem Centrum bald einen Kanal und einen Krater an der Spitze, bald keinen Kanal zeigen, und entweder aus krystallinischen, oder aus porösen und verschlackten Substanzen bestehen; diese Berge stehen manchmal isolirt, manchmal gruppirt, und meistens in der Richtung einer und derselben Spalte.

7) Die Ausbrüche fangen oft mit Auswerfen von flaubartigen Stoffen an, deren Ansammlung die vulkanischen Tuffe um die Feuerberge herum bilden; die Laven brechen entweder durch den Krater an der Spitze oder durch seitliche Spalten, zuweilen selbst sehr weit vom Hauptfeuerherde aus.

8) Die Form der Lavaströme ändert sich je nach der Neigung der Abhänge, über die sie strömen, bedeutend ab. Auf einem geneigten Boden werden nur schwache Ströme aufgehalten, die einen schmalen Streifen von der Form einer Rinne oder Gosse bilden, der zu jeder Seite einen erhabenen Rand oder Wulst darbietet, an seinem obern Theile sehr dünn ist, und sich in einer keilförmigen Anschwellung endigt. Die großen Ströme halten nur dann an, wenn sie auf einem horizontalen Boden angelangt sind: sie lassen alsdann auf steil abstehenden Abhängen nur dünne Streifen aus sich anhängenden und verschlackten Fragmenten hinter sich; auf schwachen Abhängen lassen sie verrückte, verschobene, aus großen, über einander geworfenen Stücken gebildeten Ablagerungen zurück. Nur auf einem horizontalen Boden häuft sich die Lava zu mehr oder weniger dicken Platen oder Decken an, deren Oberfläche alsdann merklich eben ist.

9) Die Beschaffenheit der Laven nach der Erkaltung steht mit der Neigung der Abhänge, über welche sie sich ergossen haben, in Beziehung: auf starken Abhängen zeigt sich die Substanz verschlackt und in Fragmenten; auf fanften Abhängen ist sie poröse und in breiten Blöcken abgerissen, verrückt u. s. w. Sie ist bloß in der Ebene oder in Tiefgründen zu einer bedeutenden Dicke angehäuft, wird compact, krystallinisch, mehr oder weniger porphyrartig im untern Theile und oft in senkrechten prismatischen Säulen getheilt. Der obere Theil der Ablagerung zeigt dann eine mehr oder weniger dicke poröse Masse.

10) Die durch die vulkanische Wirkung erzeugten Spalten bleiben manchmal in der Höhe offen oder füllen sich daselbst mit Ravilli an; aber in der Tiefe sind sie mit Laven angefüllt, welche Gänge oder Diken bilden, die manchmal mit mehr oder weniger ausgedehnten Decken, deren Substanz sie geliefert haben, in Verbindung stehen.

11) Die Dämpfe, die bei den vulkanischen Eruptionen aus den Laven, Kratern, Solfataren entweichen, wirken auf alle umgebenden Substanzen mächtig ein, zersetzen sie, verwandeln sie in Staub oder Brei, und bilden, indem sie ihre Elemente trennen, häufig neue Zusammensetzungen.

Wirkung der äußern Agentien.

12) Die atmosphärische Luft, die Abwechslungen von Trockenheit, Feuchtigkeit und Kälte wirken auf die meisten Mineralien, die sich auf der Oberfläche der Erde befinden, merklich ein. Von ihrer Beschä-

digung durch diese Agentien gehen oft die schroffen Abhänge der hohen Gebirge, die Schutthaufen, die man an ihrem Fuße unter sehr veränderlichen Winkeln findet, und welche, indem sie sich übereinander herlagern, eine Art geneigter Schichten bilden, die unten am Fuße dicker als oben sind, hervor. Es ist jedoch schwer, einzig und allein diesen Wirkungen die großen Zerstörungen, welche gewisse Felsen an ihrer Oberfläche und besonders die Granite einiger Gegenden darbieten, zuzuschreiben.

13) Die Gewässer zernagen unter Begünstigung der Kohlensäure, die sie aus der Luft nehmen, allmählig die Kalke, besonders auf hohen Gebirgen; aber noch mächtiger wirken sie dadurch, daß sie gewisse Felsarten erweichen, lockere Theile mit fortnehmen und auf diese Weise die obern Schichten ohne Stütze lassen; dadurch veranlassen sie mehr oder weniger beträchtliche Verrückungen und Einstürze.

14) Die Bewegungen, welche die Gewässer haben können, verbinden mit jener ersten Wirkung eine Stoßkraft, die manchmal ungeheuer ist; daher auch die durch die Wogen an den Meeresküsten erzeugten steilen Felsen oder jähen Abhänge, daher die Verrückungen, Risse und Einschnitte aller der Wuth der Wogen ausgesetzten Inseln.

15) Wenn den fließenden Wassern eine große Geschwindigkeit innwohnt, so reißen sie Alles los, was sich auf ihrem Wege in den Thälern findet, deren Seiten sie zu gleicher Zeit, als sie dieselben allmählig tiefer graben, beschädigen und durchfurchen, werfen es um und reißen es mit sich fort. Diese Wirkungen hängen von der Neigung des Bodens und von der Tiefe des Wassers ab; es beträgt z. B. bei unsern wildesten Waldströmen, welche Felsblöcke von ½ Meter Durchmesser bei einer geringen Tiefe fortzurollen im Stande sind, der Abhang nicht mehr als 2 Grade; bei unsern schnellsten Flüssen ist das Bett sogar nur um 3 bis 4 Minuten geneigt.

16) Wenn die den Felsen entrissenen festen Substanzen vom Wasser hin- und hergeworfen und fortgerollt werden, so runden sie sich durch ihre gegenseitigen Reibungen und Stöße nach und nach ab und bilden das, was man Geschiebe, Gerölle, Kies, Sand und Schlamm nennt. Durch die Wellen an die Ufer geworfen, durch die Bäche und Flüsse bis zu den unteren Theilen ihres Laufes geführt, häufen sich diese Trümmer in den See'n und Meeren an, und bilden ungeheure Massen, die oft sehr weit von dem Punkte, wo die Trümmer hergeholt worden, entfernt sind.

Durch die Gewässer gebildete Ablagerungen.

17) Die Ablagerungen an den Ausmündungen der großen Ströme stellen eine Reihe horizontaler, wellenförmiger Schichten dar; aber diese Schichten zeigen oft in ihrer Struktur mehr oder weniger schiefe Unebenheiten, die aus der schnellen Aufschichtung der durch die Gewässer vorwärts geschobenen Substanzen herrühren.

Die Ablagerungen, die sich ruhig in den See'n und Meeren bilden, sind, selbst was die sandigen Stoffe betrifft, immer deutlich horizontale Schichten mit parallelen Oberflächen; dieser Umstand scheint von den wellenförmigen Bewegungen, welche die Oberfläche der in den Untiefen abgesetzten Substanzen immer zu ebnen suchen, herzurühren.

18) Die Wasser, welche Substanzen aufgelöst enthalten, setzen dieselben auf allen Abhängen, die sie durchlaufen, gleichförmig unter allen Neigungen ab; sie machen öfters die sandigen Substanzen, in die sie eindringen, fest und bilden in den See'n, wo sie einmünden, feste, horizontale Schichten durch eine mehr oder weniger verworrene Krystallisation. Das Gleiche findet wahrscheinlich auch in den Meeren Statt.

19) Die Ablagerungen unter den Gewässern schließen immer eine mehr oder weniger beträchtliche Menge organischer Ueberreste ein, wovon die einen in sandigen Substanzen zerstreut liegen, während die andern beinahe für sich allein sehr ausgedehnte Schichten oder Anhäufungen bilden. Diejenigen Schichten, die sich in Süßwasser bilden, enthalten Fluß- und Landüberreste; diejenigen, die sich im Meere bildeten, schließen Meeresüberreste ein. Jedoch findet sich auch häufig ein Gemisch oder ein Wechsel, besonders an den Ausmündungen der Flüsse; und es ist klar, daß dies sogar mitten im Meere eben so sein muß, in Folge des Weitertransportes aller Subsanzen, die beständig durch die Flüsse dahin geführt, sodann durch die Strömungen im Ocean weiter vorwärts geflößen werden. Auf diese Weise können sich die Pflanzen der Tropenländer mit denen der Polen, die Landpflanzen mit den Algen und den Zugusaren, die in unsern Meeren wachsen, vermischt finden.

Madreporenriffe und Torflager.

20) Die Madreporenriffe, die heutigen Tages nicht über die Tropenmeere hinausgehen, werden auf allen unterseeischen Felsen gebildet, deren Tiefe nicht mehr als × bis 10 Meter beträgt; von da an erheben sie sich bis zur Oberfläche des Wassers, und bilden niedere Inseln, die sich oft mit Moos und andern Pflanzen bedecken, oder erheben sich Riffe, die für die Schifffahrt oft sehr gefährlich sind. Aehnliche Bänke zeigen sich in den nämlichen Meeren in einer Höhe von 200 bis 300 Meter, mitten auf gewissen Inseln, die folglich in ziemlich neuen Epochen sich mußten gebildet haben.

21) Die Torflager, die sich in allen Bodeneindrücken bilden, wo wenig tiefes Wasser sich beständig aufhalten kann, finden sich da und dort auf der Oberfläche mehr oder weniger hoher Plateaux, sowie auch auf den Tiefebenen zerstreut und folgen oft der Richtung der Thäler, deren Buchten sie ausfüllen. Diese Lager stellen manchmal verschiedene Brennstoffschichten dar, die durch Thon, Sand und Kalk, welche manchmal Ueberreste von den Wasser- und Land-Mollusken der Gegend einschließen, von einander getrennt sind.

§. 69. **Anwendung.** — Nachdem die Thatsache von einer innern Erdwärme (Centralwärme), die im Stande ist, in geringer Tiefe unter der Oberfläche, die wir bewohnen, Alles im geschmolzenen Zustand zu erhalten, festgestellt; nachdem ferner die Wirkungen der Erdbeben und der vulkanischen Thätigkeit gezeigt, und nachdem auch diejenigen Wirkungen bestimmt worden sind, welche die Gewässer sowohl in Beschädigung der Continente, als in Bildung neuer Ablagerungen hervorbringen, so ist es natürlich, daß man daraus sämmtliche geologische Phänomene herleitet, die auf der Oberfläche der Erde seit ihrem Dasein vor sich gegangen sind. Man muß in der That glauben, daß die Ursachen, die gegenwärtig vor unsern Augen wirken, auch diejenigen sind, die zu jeder Zeit gewirkt haben, die aber ohne Zweifel in gewissen Epochen, welche wir durch die Beobachtung kennen lernen, eine größere Energie entwickelt haben.

Folgen der Erdwärme oder Centralwärme.

§. 70. **Normaliae Gleichförmigkeit in der Temperatur.** — Wenn der vollkommen flüssige Zustand der Erde zu der Ellipsoidform, die wir kennen, Veranlassung gab, so mußte die Wärme, die sich lange Zeit erhalten hat, und sich noch unter der er-

kalteten Haut erhält, eine große Anzahl anderer Erscheinungen hervorrufen, und ruft sie sogar noch heute hervor. Die Erdoberfläche ist ohne Zweifel schon seit langer Zeit zu einem beinahe stationären Zustand von Wärme gelangt, die sich seit den historischen Zeiten nicht veränderte, und welche in einem unermeßlichen Zeitraum bloß um $^1/_{30}$ Grad abnehmen kann — der einzige Einfluß, den die Centralwärme (wie Fourier berechnet hat) heutigen Tages zur Wirkung der Sonne hinzufügen kann. Aber ehe die Erdoberfläche in diesen Zustand eintrat, wozu wahrscheinlich Jahrtausende nöthig waren, mußte sie durch alle Temperaturgrade hindurch gehen, um von dem geschmolzenen Zustand, in welchem die Erdmasse im Centrum sich noch befindet, zu dem gegenwärtigen Grade von Abkaltung zu gelangen; es gab daher eine Zeit, wo sie eine eigene Temperatur, die im Stande war, den Unterschied der Klimaten vollständig zu vermischen, oder eine Dunstatmosphäre hatte (§. 72), welche die Ausstrahlung verhinderte und die Kälte des Winters verminderte. Damals konnte die Vegetation und das Leben im Allgemeinen, ohne Unterschied auf allen Breitegraden, wie in einem Treibhaus oder wie unter einem Meereesklima (§. 16), unterhalten werden. Daraus folgt nun, daß die Pflanzen und Thiere, die man in unserer Zeit nur in den Tropenländern findet, damals überall, und selbst an den Polen, die noch nicht durch das Eis versperrt sein konnten, zu leben vermochten. Wir dürften also keineswegs darüber erstaunt sein, wenn wir die Ueberreste dieser verschiedenen Wesen in Gegenden vergraben finden, die jetzt die kältesten der Welt sind, und wo sie in der jetzigen Epoche unmöglich mehr leben könnten. Es folgen davon hier Beispiele:

In England, auf der Insel Portland und auf mehreren Punkten des Festlandes findet man zwischen andern Ablagerungen liegend eine Schichte, die aus einer schwarzen Masse besteht und die Schlammschichte genannt wird, und kleine Thonlagen, in welchen man in Mitte einer großen Anzahl eingestreuter vegetabilischer Ueberreste verschiedene Pflanzen noch an ihrem ursprünglichen Platze (Fig. 59) sammt ihren Wurzeln sieht, die sich bis in die Spalten des darunter liegenden Kalkbodens erstrecken. Es fand sich also vormals hier ein Pflanzenboden, auf welchem alle diese, heutzutage im Schooße der Erde vergrabene Pflanzen gewachsen haben. Aber sämmtliche Arten, die man in dieser Ablagerung findet, gehören solchen Gattungen an (z. B. Cycas und Zamia), die nur unter den Tropen leben; auch nähern sich die in der Nähe befindlichen Thierüberreste den Thieren der nämlichen Zone; folglich war die mittlere Temperatur im Momente dieser Formation in England sehr verschieden von der heutigen Temperatur dieses Landes.

Die meisten Steinkohlenlager Europa's lassen das Gleiche folgern. Auf der einen Seite scheinen die ganzen Bäume, die man darin findet und wovon mehrere noch ganz aufrecht sammt Wurzeln stehen, wie man es im Bergwerk von Treuil bei St. Etienne (Fig. 60), in den Bergwerken von Anzin, in England, Schottland ꝛc. sieht, wie in den Torflagern (§. 67), Pflanzen anzuzeigen, die sich beinahe in den gleichen Oertern finden, wo sie einst gelebt haben. Sieht man auf der andern Seite, wie schön die zärtesten Pflanzentheile erhalten sind, und sieht man die Art und Weise, wie die Blätter sich auf den Schiefern ausgebreitet haben, so scheint es uns als erwiesen, daß alle diese Trümmer nicht von weit her geführt werden konnten. Alle Pflanzen nun, von denen wir die Ueberreste in diesen Ablagerungen finden, gehören den Equisetaceen, den Lycopodiaceen, den hochwüchsigen Farnkräutern ꝛc. an, die nur mit denjenigen verglichen werden können, die wir in unserer Zeit zwischen den Wendekreisen sehen; daher mußte das Klima von Europa damals sehr verschieden von dem jetzigen sein.

Wenn wir auch gleich unter unsern Breitegraden in gewissen Schichten die Ueberreste einer tropischen Vegetation erkennen, so finden wir gleichfalls über denselben beträchtliche Ablagerungen, wo man deutlich die Ueberreste von Pflanzen sieht, die zu den Dicotyledonen unserer jetzigen Vegetation gehören. Die Bildung dieser letzteren Ablagerungen mußte wohl lange Zeit nach der Bildung der ersteren vor sich gehen, und es ist wahrscheinlich zwischen den Epochen die ganze Zeit verflossen, die zur Erkaltung der Oberfläche unseres Planeten nöthig war.

Die Madreporen der gleichnamigen Riffe, die man heute nicht mehr außerhalb der Tropen findet, haben sich offenbar ehemals bis über den Polarkreis hinaus verbreitet; denn die Kalksteine der verschiedenen Stufen zeigen uns dieselben in großer Anzahl und zeigen häufig Riffe an, die wir mit denjenigen vergleichen können, welche sich in unsern Tagen bilden. Alle diese Thatsachen zusammen beweisen uns, daß die Gränzen dieser Zoophytenbänke sich nach und nach seit den ältesten Kalkablagerungen bis zur Ablagerung der Kreide zurückgezogen haben, nach welcher sie sehr schnell zwischen die gegenwärtigen Parallelkreise zurücktraten; d. h. mit andern Worten, daß das europäische Klima allmählig kälter geworden ist.

§. 71. **Erste Wirkung der Erkaltung.** — Die Ideen über die vollständige Schmelzung und Erkaltung, zu deren Zulassung wir durch die Beobachtung der Phänomenen stark veranlaßt werden, lassen uns auch das begreifen, was in den ersten Zeiten des Festwerdens der Erde vor sich gehen mußte. Es ist klar, daß das auf ihrer Oberfläche gebildete erste feste Häutchen, das sich durch Erkaltung mehr oder weniger stark zurückzog, durch die Einwirkung der geschmolzenen Masse, die sie bedeckte, in allen Richtungen zerreißen, als Stücke auf ihrer Oberfläche

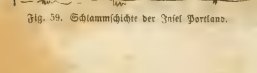


Fig. 59. Schlammschichte der Insel Portland.

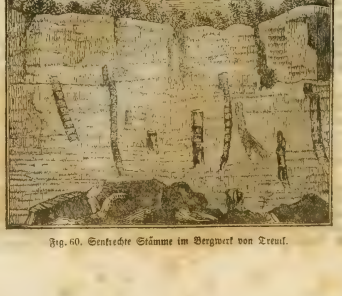


Fig. 60. Senkrechte Stämme im Bergwerk von Treuil.

schwimmen, sich mit mehr oder weniger Unregelmäßigkeit wieder zusammensetzen mußte, um von Neuem zu zerreißen. Als aber die Haut eine größere Festigkeit gewann und mehr und mehr auf den flüssigen Theil drückte, so mußte diese letztere durch die jetzt seltener gewordenen Spalten austreten und über der Erdrinde mehr oder weniger ausgedehnte hervorragende Wülste bilden, die allmählig in dem Maße an Höhe zunahmen, als der Widerstand der Erdrinde größer wurde und als immer stärkere Reactionen eintraten, daher die ersten Unebenheiten, die ersten Runzeln, die sich auf der Erdoberfläche bildeten und welche der Einwirkung der Gewässer sich hingeben konnten, deren Präcipitation ohne Zweifel lange Zeit vorher, ehe die Temperatur der Erdrinde auf 100 Grade herabgesiegen war, in Folge des Druckes, den die damals in der Luft verbreiteten Dämpfe ausübten, Statt fand. Seit dieser Zeit konnten die Wogen Trümmer, sandige Substanzen bilden, konnten die Flötzbildungen ihren Anfang nehmen. Wahrscheinlich hat das Wasser bei einer hohen Temperatur und die Principien einschließend, die aus den festgewordenen Massen, wie noch jetzt aus den Laven (§. 45), entwichen, die steinigen Substanzen angegriffen, sie zersetzt, aufgelöst und später chemische Niederschläge bilden, oder den Trümmern eine feste Consistenz geben können. Wir finden auch in der That Ablagerungen von Fragmenten, Gerölle und Sand schon in den ältesten Schichten, die wir wahrnehmen können, und ehe wir organischen Ueberresten begegnen.

Es ist klar, daß alle festen Schichten, die sich nach und nach unter der ersten Haut bildeten, und gleich dieser, dem Gesetz der Zusammenziehung durch Erkaltung unterworfen waren, sich wie diese erste Haut mit Rissen und Spalten in allen Richtungen bedecken mußten; daher konnte diese ganze, so gebildete Erdrinde nicht die Festigkeit haben, die man sich vielleicht anfangs vorstellte; sie konnte also nicht so Prästig, wie man glauben konnte, den innern Wirkungen widerstehen, die sie nur in den schon später gebildeten Sediment- oder Flötzformationen Hindernisse fanden, ihrerseits auf alle Arten konnten und mußten verrückt und verschoben werden. Wir bemerken auch wirklich keine Ablagerung auf der Erdoberfläche, die sedimentär oder krystallinisch wäre und sich nicht von einer Menge Spalten oder Rissen in allen Richtungen durchzogen fände; auf dieser letzteren Oberfläche sind sogar die meisten Felsen bis zu einer ziemlich großen Tiefe in kleine Stücke zerbrochen.

Bemerken wir jetzt, daß, so lange die Erdrinde sich im Zustande einer allmähligen Erkaltung befand, die Dinge beinahe auf die angegebene Weise vor sich gehen mußten; sobald sie aber in den stationären Zustand, in der wir sie jetzt finden, eingetreten war, mußte sich auch die Sache ändern: es fand kein Zurücktreten oder Zusammenziehen in der oberflächlichen Haut mehr Statt, weil es keine merkliche Erkaltung mehr gab. Dessen ungeachtet aber wird die innere Masse immer noch kälter, wenn auch außerordentlich langsam;* folglich vermindert sich auch ihr Volumen; da nun der flüssige Theil denjenigen, der ihn bedeckt, und der allmählig zu groß wird, nachzuziehen strebt, so muß diese letztere eine Zusammenziehung erleiden und auf seiner Oberfläche Runzeln bekommen, indem sie in ihrer ganzen Tiefe verrückt oder verschoben wird. Dies kann eine Zeitlang ganz langsam geschehen; aber in gewissen Momenten kann sich die Wirkung auch plötzlich äußern, woher denn auch die plötzlichen Katastrophen rühren, welche die Erdoberfläche erleidet.

Alle Beobachtungen zeigen uns, in Verbindung mit den geometrischen Betrachtungen, daß diese Runzeln und diese Verrückungen oder Verschiebungen sich in der Richtung eines größten Kreises bilden und sich auf der Hälfte seines Umfangs ausdehnen.

§. 72. **Thermen oder warme Quellen.** — Sowohl die verschiedenen warmen Quellen, die man an so vielen Punkten der Erdoberfläche antrifft, als auch die Dunstausströmungen oder Fumarolen lassen sich sehr leicht durch die eigene und steigende Temperatur der Erdkugel und durch die Hitze erklären, die mehr oder weniger tief in die Erde gehen. Die Gewässer kommen alsdann auf die Oberfläche mit der Temperatur, die dem Punkte entspricht, von dem sie herkommen; auch weiß man, daß eine Tiefe von 3 Kilometer nöthig ist, damit es kochend wird (§. 6). So begreift man nun auch leicht, wie bei den Erdbeben in einer Gegend neue warme Quellen zum Vorschein kommen, und wie schon vorhandene sich verlieren können (§. 19); für den ersten Fall genügt es, daß einige Risse eine Verbindung von der Oberfläche bis zu geborgter Tiefe herstellen, und daß für den zweiten Fall die bereits bestehende Communikation sich unterbrochen findet.

Auch begreift man leicht, daß ehe die Erde den Grad von Erkaltung, den sie in unserer Zeit zeigt, erlangt hatte, die warmen Quellen unendlich zahlreicher vorhanden sein mußten. Wenn die Temperatur statt $^1/_{30}$ Grad für den Meter (§. 6), z. B. um $^1/_4$ Grad, d. h. zehnmal schneller zunahm als in der jetzigen Periode, und wenn sich dann bei einer Tiefe von 300 Meter der Siedpunkt des Wassers befand, so ist es klar, daß sehr viele Quellen eine Temperatur von 100 Graden hatten und daß die jetzt ziemlich seltenen Fumarolen damals sehr gemein sein konnten. Daraus mußten nun atmosphärische Verhältnisse hervorgehen, die sehr verschieden von den jetzigen sind; es mußten sich nothwendig dichte Nebel über die Länder in der Abwesenheit der Sonne verbreiten, und es mußte dann die Ausstrahlung der Wärme in den Himmelsraum — jene heutzutage so wichtige Ursache der Erkaltung — völlig null sein. Die Winter waren daher nur wenig strenge, und dies erklärt uns auch, wie so viele Pflanzen und Thiere (§. 70), die jetzt unsere winterlichen Klimate nicht zu ertragen vermögen, damals hier, wie zwischen den Tropen, und genau wie die Pflanzen des Südens, an den Küsten und auf den Inseln des Nordens beständig von dichtem Nebel umgeben leben konnten. Die ganze, durch diese vielen Dünste gemäßigte Erde konnte überall die gleichen organisirten Wesen haben, und dies ist's auch, warum die Mineralschichten von einem bestimmten Alter einen weit geringeren Unterschied in den von ihnen eingeschlossenen Ueberresten, in welchem Orte sich auch diese befinden mögen, darbieten, als heutigen Tages unter den Wesen der verschiedenen Zonen.

Ablagerungen, die dem Sediment- oder Flötzgebirge angehören.

§. 73. **Allgemeine Vergleichung.** — Wir haben die Gerölle, den Sand, den Lehmen durch die Wirkung der fließenden Gewässer und der Meereswogen sich bilden sehen; wir haben ferner gesehen, wie sich diese durch jene Gewässer fortgeführten und vorwärts gestoßenen Substanzen in den Seen und Meeren, an der Einmündung der Flüsse und an den Küsten aufhäufen. So oft wir also im Innern der Continente diese Formen der Substanzen, ihre Anhäufung zu mehr oder weniger großen Lagern wieder finden, so dürfen wir mit Recht daraus schließen, daß irgendwo, nahe oder ferne, hohe Gebirge, von denen die Substanzen abgelöst worden sind, fließende Wasser, welche dieselben fortgeführt haben, sodann Wasser mit einer wellenförmigen Bewegung, welche dieselben an ihren Ufern angehäuft haben, und oft auch Seen

* Fourier sagt, daß 30,000 Jahre erforderlich sein werden, damit die Zunahme der innern Wärme nicht mehr als $^1/_2$ Grad für 30 Meter betrage.

und Meere bestanden, welche die bereits genannten Stoffe aufgenommen haben. Nach der größern oder geringern Menge und Größe der Gerölle können wir die Masse und Gewalt der Gewässer, von denen sie herbeigeführt worden sind, beurtheilen; auch müssen ihre Beschaffenheit und die verschiedenen hinter sich gelassenen Streifen zu einem Ausgangspunkt führen, im Fall kein Umstand die von den Strömen auf ihrer Bahn zurückgelassenen Spuren verwischt hat.

Weil wir auf der andern Seite in den Meeren und Seen in unsern Tagen Muschelablagerungen sich bilden sehen, so können wir daraus den Schluß ziehen, daß die zahlreichen Schichten von derselben Art, wie wir sie auf allen Höhen unserer Continente und bis zur Spitze der höchsten Berge finden, sich nothwendig unter dem Wasser gebildet haben; an der Beschaffenheit der organischen Ueberreste werden wir erkennen, ob sie unter dem Süßwasser oder dem Meereswasser abgesetzt wurden, ob an den Küsten oder in den Tiefen des Meeres; ihr Gemisch, ihr Wechsel, werden uns Einmündungen von Flüssen, Abwechslungen von Süßwasser und Meerwasser ꝛc. anzeigen.

§. 74. **Süßwasserablaacrungen.** — Die durch die Süßwasser gebildeten Ablagerungen lassen sich leicht daran erkennen, daß die organischen Ueberreste, die sie einschließen, mit denjenigen verschiedener Thiergattungen, manchmal selbst verschiedener Arten, die noch jetzt in unsern Flüssen und Seen leben, verglichen werden können. Dies sind besonders Ueberreste, Eindrücke oder Abdrücke von Muscheln, die denen der Gattungen Limnæa und Planorbis (§. 65) (Fig. 61 und 62) ähnlich sind. Diese Muscheln sind dünn, einschalig, einfächerig; die ersten mit einer vorspringenden Spirale, deren letzte Windung mehr oder weniger bauchig ist, mit einer mehr langen als breiten Mündung, deren rechter Rand, der schneidend ist, bis zur Säule (Axe) aufsteigt, wobei er eine sehr

Fig. 61. Limnæa longiscata.

Fig. 62. Planorbis evomphalus.

schiefe Falte bildet; bei der zweiten sind die Windungen der Spirale in einer und derselben Ebene aufgewickelt. Die genannten Schichten zeigen auch solche Muscheln, die man mit der Paludina (Fig. 63), der Melania (Fig. 64) und öfters auch mit Landmuscheln aus der Gattung Helix vergleichen kann. Die zur Gattung Paludina gehörigen Muscheln sind kreiselförmig, mit ziemlich kurzer Spirale, deren Windungen convex und dadurch deutlich von einander unterschieden sind; die Mündung ist an der Spitze winklig. Die Melania hat ein langgestrecktes, oder

Fig. 63. Paludina lenta.

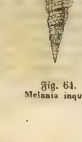


Fig. 64. Melania inquinata

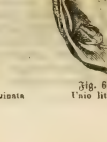


Fig. 65. Unio littoralis.

wenn man sich des allgemein angenommenen Ausdrucks bedienen will, *thurmförmiges* Gewinde, das entweder Rippen oder mehr oder minder hervorragende Warzen ꝛc. zeigt; die Mündung ist an der Basis ausgeschweift. Die Muscheln dieser beiden Gattungen haben im lebenden Zustand einen Deckel, womit das Thier die Oeffnung seines Gehäuses verschließen kann.

Die zweischaligen Muscheln, seltener als die vorhergehenden, sind mit der Malermuschel (Unio), der Teichmuschel (Anodonta), der Teichhornmuschel (Cyclas) und der Cyrena zu vergleichen. Die erste (Fig. 65), ist gewöhnlich dick, durch ein Scharnier oder Schloß charakterisirt, das auf jeder Schale einen langen, auf der Schale der rechten Seite einen kurzen und auf der linken Schale einen doppelten, gedrückten und gestreiften Zahn hat. Die zweite (Fig. 66) ist eine dünne und zahnlose Muschel; endlich stellen die runden Cyclas und Cyrena (Fig. 67 und 68) auf jeder Schale

Fig. 66. Anodonta Cordieri.

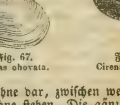


Fig. 67. Cyclas obovata.

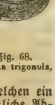


Fig. 68. Cirena trigonula.

zwei längliche Seitenzähne dar, zwischen welchen ein oder mehrere kleine Zähne stehen. Die gänzliche Abwesenheit jeder Art von Polypen (Fig. 69 bis 72) und von Echiniden (Fig. 73 bis 75) muß noch als ein wichtiger Charakter der Süßwasserablagerungen angegeben werden.

Die Ablagerungen, welche diese Charaktere zeigen, kommen auf der Erdoberfläche häufig vor. Wir haben bereits §. 63, 65 gesagt, daß sich solche mit jedem Tage am Grund der gegenwärtigen Wassersammlungen bilden; auch finden wir sie an sehr vielen Stellen, die offenbar von vormaligen Seen die Böden sind. Hierher gehören z. B. die Kalktuffe oder Travertino's von Tivoli, in der Gegend von Rom, und unzweifelhaft auch der Kalk von der Limagne (Auvergne). Es finden sich davon abgerissene Theile, von denen man oft mehrere in allen Theilen Frankreichs, in England, in Deutschland ꝛc. mit einander in Verbindung bringen kann. In der Umgegend von Paris treten sie sehr häufig auf, wo sie entweder im Kieselerdezustand als Mühlsteinquarze oder als Kalk die meisten Plateaux bilden (z. B. das ganze Plateau von Orleans); man findet sie sogar in verschiedenen Stufen, wo sie entweder eine abwechslungsweise Wiederkehr von Süßwassern und Meerwassern, oder Einmündungen von Flüssen in vormalige Meere, welche die Masse unserer Grobkalke gebildet haben, anzeigen. Die Ufer des Rheins, die Schweiz, der untere Theil des Rhonethals, der große Meerbusen, der sich von Marseille bis Montpellier ꝛc. erstreckt, sind zahlreiche Beispiele davon.

§. 75. **Meeresablagerungen.** — Diese zeichnen sich durch die Aehnlichkeit der organischen Ueberreste, die sie einschließen (Fig. 69 bis 84) mit den Ueberresten der verschiedenen, noch jetzt im Meere lebenden Thieren aus. Ganz besonders charakteristisch sind die *Polypenstöcke*, die eine größere oder geringere Aehnlichkeit mit den bereits bei den Korallenriffen (Fig. 54 bis 57) angegebenen Polypenstämmen haben;

ferner die Encriniten (Fig. 69 bis 71) oder die Ueberreste von ihren Gelenkstücken (Fig. 72); endlich die Echiniden (Fig. 73 bis 75). Von diesen organischen Körpern findet sich keiner im Süßwasser.

Fig. 69. Encrinites moniliformis.

Fig. 70. Apiocrinites rotundus.

Fig. 71. Cyathocrinites planus.

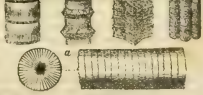


Fig. 72. Verschiedene Gelenkstücke von Encriniten.

Fig. 73. Cidarit coronata.

Fig. 74. Ananchytes ovatus (der Porifferstrede).

Fig. 75. Spatangus ambulacrum (der Pyrenäenstrede).

Unter den einschaligen Muscheln finden sich deren, die mehr oder weniger denjenigen ähnlich sind, die wir bei den Süßwassern angegeben haben, obschon sie im Allgemeinen dicker und häufiger mit Höckerchen bedeckt sind (Fig. 76). Wenn wir auch diese Ueberreste, hinsichtlich deren man beim ersten Anblick vielleicht in einiger Ungewißheit schweben könnte, bei Seite lassen, so finden wir viele andere, die hinlänglich bezeichnend sind; dies sind nämlich Muscheln, deren Mündung in einem mehr oder weniger länglichen Kanal oder in einem Ausschnitt endigt, und die entweder zur Gattung Cerithium (Fig. 77), von

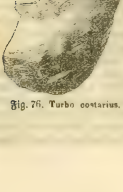


Fig. 76. Turbo costarius.

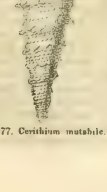


Fig. 77. Cerithium mutabile.

der eine sehr kleine Anzahl Arten in den Süßwassern leben, oder zu den Gattungen Murex (Fig. 78), Voluta (Fig. 79) ꝛc. gehören, die alle im Meere leben und die man sehr häufig im Kalk findet.

Fig. 78. Murex alveolatus.

Fig. 79. Voluta athleta.

Die zweischaligen Muscheln unterscheiden sich im Allgemeinen bedeutend von denjenigen, die man im Süßwasser findet; es gibt darunter welche, die mehr oder weniger an Austern erinnern oder welche ihnen auch ganz gleichen; sehr viele sind mit Rippen, Streifen, Runzeln u. s. w. besetzt (Fig. 80 und 81) und

Fig. 80. Cama foliacea.

Fig. 81. Venericardia imbricata.

stellen mit einem Worte eine Menge Charaktere dar, die von denen der bereits angeführten Gattungen gänzlich abweichen.

Wir fügen noch die Bemerkung bei, daß man bloß im Meere die Conchylien mit Kammern, wie z. B. diejenigen aus der Gattung Nautilus (Fig. 82), die den zahlreichen Ammonitenarten (Fig. 83) mehr oder weniger ähnlich sind, von denen die Schichten der Erdrinde sich angefüllt finden, aber keine Analogien mehr davon leben.

Nicht unwichtig ist die Beobachtung, daß sich diese Ablagerungen im Allgemeinen langsam durch Anhäufung der Ueberreste der Mollusken bildeten, und zwar in dem Maße, als diese Thiere unter-

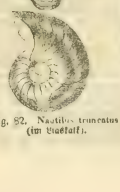


Fig. 82. Nautilus truncatus (im Blaskalk).

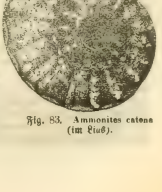


Fig. 83. Ammonites catena (im Lias).

gingen, was aber nicht durch plötzliche Katastrophen, durch welche sie lebend in mehr oder weniger großer Anzahl aufgehäuft worden wären, geschah. Ein Beweis davon ist dies, daß man sehr häufig selbst im Innern der Muscheln jene Parasiten findet, die sich an alle Körper hängen (Fig. 84) und die sich nicht, wie hier, im Innern der Muschel hätten festsetzen können, wenn der Mollusk, dem sie angehört, nicht zuvor untergegangen wäre. Oft ist sogar der Ueberrest des Schmarotzerthieres von andern bedeckt, woraus also folgt, daß der erstere lange Zeit im Meere mußte verweilt haben. Auch bemerkt man, daß bei den zweischaligen Muscheln die Schalen häufig von einander getrennt sind, was ein neuer Beweis ist, daß das Thier todt war, ehe es vergraben wurde. Endlich gibt es auch Muscheln, welche, wie die sie begleitenden Feuersteine und Kalkfeinstfragmente, von

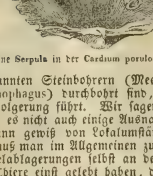


Fig. 84. Eine Serpula in der Cardium porulosum (Pariserkalk).

den sogenannten Steinbohrern (Meerdattel, Lithodomus lithophagus) durchbohrt sind, was zu einer weiteren Folgerung führt. Wir sagen jedoch keineswegs, daß es nicht auch einige Ausnahmen gebe, die aber alsdann gewiß von Lokalumständen herrühren.

Auch muß man im Allgemeinen zugeben, daß sich die Muschelablagerungen selbst an der Stelle finden, wo diese Thiere einst gelebt haben, denn sie schließen eine große Anzahl ganz unbeschädigter Muscheln ein, deren zartesten Anhängsel vollkommen gut erhalten sind — ein Umstand, der unmöglich mit der Annahme einer Fortführung durch Wasserströme, wodurch sie ganz zerbrochen und die Bruchstücke abgerundet worden wären, in Verbindung gebracht werden kann. Selbst die feinsten Theile haben bei ihrer Zerlegung ihre Eindrücke in der sie umschließenden Substanz zurückgelassen.

Mit Hilfe dieser organischen Ueberreste wird man immer die Meeresablagerungen, die auf der Erdoberfläche so reichlich vorkommen und die man so häufig auf französischem Boden findet, erkennen. Die ganze Umgebung von Paris, wo sie die gewöhnlichen Bausteine liefern, der größte Theil der Normandie, von Artois, der Picardie, der Franche-Comté, von Burgund, Bourbonnais, sämmtlichen Sevennen, der Dauphiné, der Provence u. s. w. bieten davon uns alle Altersstufen und Modifikationen dar.

§. 76. **Kohlenlager.** — Es ist eine ausgemachte Sache, daß die Kohlenlager, die man in verschiedenen Schichten der Erde findet, durch aufgehäufte Pflanzenüberreste gebildet worden sind; der Beweis davon sind die zahlreichen und deutlich charakterisirten Reste von Stämmen und Blättern, die man entweder in der verbrennlichen Masse oder in den erdigen Substanzen, von denen jene eingeschlossen ist, findet. Damit ist Jedermann einverstanden; anders aber verhält es sich mit der Art und Weise der Ansammlung aller dieser Ueberreste. Einige Geologen glauben, daß sämmtliche Ablagerungen dieser Art das Ergebniß von einem Vergraben großer Flöße von verschiedenen Pflanzen seien, die durch große Flüsse oder durch Meeresströme herbeigeführt werden und in verschiedenen Orten gescheitert wären, andere sind dagegen der Meinung, daß sich die meisten dieser Lager an ihrer ursprünglichen Stelle nach Art der Torflager (§. 67) in den Eindrücken eines unbedeckten Bodens, wohin kleine Flüßchen oder Bäche täglich die Trümmer der umgebenden Vegetation brachten, gebildet hätten.

Die Annahme von schwimmenden Flößen hat die ungeheure Dicke gegen sich, die man bei ihnen nothwendig annehmen muß, um zwischen zwei Schichten von sandigen Substanzen, solche Brennstoffschichten, wie wir sie kennen, zu erhalten; denn wenn man das specifische Gewicht der verschiedenen Holzarten, ihren Kohlengehalt, verglichen mit dem der Steinkohlenlager, in Erwägung zieht, so findet man, daß diese letzteren nur 0,22 oder sogar nur 0,07, je nach den Pflanzen, von dem ursprünglichen Volumen der Substanzen, welche ihnen die Entstehung gaben, enthalten können. Wenn man ferner die vielen leeren Räume bedenkt, welche eine Folge von der unregelmäßigen Aufschichtung der Trümmer in einem Floße sind, so findet man, daß z. B. die Steinkohle, welche durch die specifisch leichtesten Pflanzen, wie die Equisetaceen, die Farnkräuter u. s. w. sich gebildet hat, in ihren Schichten wohl nur eine Dicke von 0,035 der Dicke des betreffenden Flößes haben kann. Es folgt daraus, daß Steinkohlenschichten von 1,2,.....30 Meter Mächtigkeit, wie wir sie kennen, 28, 57,..... 857 Meter dicke Flöße erfordert haben würden, was aber gewiß die Gränzen der Wahrscheinlichkeit überschreitet und in den meisten unserer Meere unmöglich wäre.

Die Vorstellung von einer ähnlichen Bildung, wie die der Torflager, bietet diese Schwierigkeit nicht dar, und erfordert bloß Zeit zur Anhäufung der dazu nöthigen organischen Stoffe. Diese Zeit könnte bei dem gegenwärtigen Stand der Dinge in der That sehr beträchtlich sein; denn nach der Berechnung des Herrn von Beaumont über die Kohlenmenge, welche unsere Wälder jährlich erzeugen, könnten sich auf der ganzen Ausdehnung der bekannten Steinkohlenlager nur etwa 16 Millimeter dieses Brennstoffs in einem ganzen Jahrhundert bilden. Doch läßt uns Alles glauben, daß die Vegetation bei einer mittleren Temperatur von 22°, wo die Atmosphäre mit Dünsten erfüllt war (§. 72), und bei Pflanzenarten, die damals in unsern Gegenden wuchsen, die Vegetation unendlich kräftiger als jetzt war; man wird sogar zu der Annahme veranlaßt, daß zur Zeit dieser Bildungen, wo die Erde noch nicht bis zu dem Grade der Erkaltung, den sie gegenwärtig zeigt, herabgekommen ist, aus ihrem Innern viel Kohlensäure ausströmte und die Bildung der Kohle durch die Pflanzen damals schneller vor sich ging. Uebrigens war nicht bloß für die Bildung der Steinkohlen ein langer Zeitraum nöthig; es war dies selbst bei allen Flötzgebilden der Fall, und gewiß war für die Kalkablagerungen, die sich einzig und allein aus Muscheln gebildet haben und noch eine weit größere Mächtigkeit gewannen, als die Kohlenflötze, viele Jahrhunderte nöthig, um bis zu einem solchen Punkte zu gelangen.

Die Hypothese, welche die Bildungsweise der Steinkohlenflötze und Torflager als mit einander ähnlich annimmt, findet eine Stütze an den verschiedenen gemeinsamen Charakteren der beiderlei Ablagerungen: diese Charaktere sind nicht bloß die Bäume, die man darin mit ihren Wurzeln aufrecht stehend findet, und die merkwürdig gute Erhaltung der Blätter in Mitte der Schichten, sondern auch noch die Disposition zu mehr oder weniger ausgedehnten, von einander abgesonderten und für sich bestehenden Becken, welche Wasserlachen oder Sümpfe anzudeuten scheinen, die sich in den Eindrücken eines unbedeckten Bodens gebildet hatten. Diese Lager sind oft von allen Seiten von weit älteren Gesteinen umgeben, welche die Seitenwände der Höhle, wo sie Statt gefunden haben, bilden;

aber häufig macht man auch die Bemerkung, daß eine gewisse Anzahl von einander unabhängiger, kleiner Becken einen Theil von einem ausgedehnteren Becken, von einer Art See, angefüllt von gleichzeitigen sandigen Substanzen, ausmachen, an deren Oberfläche sich eben so viele Brennstoffmassen gebildet hätten. Es gibt auch Lager, die gleichsam in vormaligen Thälern eingeschlossen sind, längs deren sie zerstreut liegen. Alle diese Umstände zeigen sich im innern und südlichen Frankreich, von Burgund bis Languedoc, und in den Lagern der Vogesen; aber im Norden von Frankreich, in Belgien, England, Deutschland, in Schottland verhält sich die Sache ganz anders. Hier scheinen nämlich die Brennstoffschichten sich auf großen Räumen auszubreiten; alle diese Thatsachen zusammen, so wie die unmittelbare Ueberlagerung der Meeresskalke, die man in allen diesen Gegenden findet, erweckt in uns den Gedanken, daß diese jetzt verrückten, durch die Meere abgesonderten Ablagerungen ehemals von einem und demselben Ganzen einen Theil bildeten. Sie haben sich nicht mehr in ausgetrockneten Sümpfen oder Seen gebildet, sondern in einem weiten Meere, dem Sammelplatz aller Ueberreste einer ungeheuren, seinen Küsten und Inseln angehörigen Vegetation, — ich sage in einem Meere, wo die Wellenbewegungen diese Stoffe, wie alle andere Flößgebilde, schichteten (§. 64).

Gewisse Braunkohlen (Lignite) sind sicherlich auf dieselbe Weise gebildet worden, wie die Steinkohle (Schwarzkohle), von der sie die Gänge darstellen; jedoch gibt es noch andere, welche unregelmäßige Massen oder Anhäufungen untereinandergeworjener, mehr oder weniger bituminöser Hölzer sind, die ihre Textur beibehalten haben, und die man zufällig mitten in den Flößgebilden eingegraben findet, und die wahrscheinlich einen ähnlichen Ursprung haben, wie diejenigen, welche durch große Flüsse herbeigeführt, sich in den See'n und Meeren absetzen (§. 62).

Ueberreste von Muscheln sind in den eigentlichen Steinkohlen selten. Einige Beispiele davon kennt man bloß in der großen Formation, die das nördliche Frankreich, Belgien, England in sich begreift: z. B. in den Umgebungen von Liège und Namur, in Derbyshire ꝛc., wo sich Meeresmuscheln finden. Etwas Merkwürdiges ist's, daß man hier zugleich Süßwassermuscheln anführt, die eine Aehnlichkeit mit den Meermuscheln und Teichmuscheln haben. In den meisten Braunkohlenlagern, wo die Holzstruktur im Allgemeinen verschwunden ist, findet man dagegen sehr viele Muscheln, welche ihrem Ursprunge nach dem Süßwasser angehören, was beweist, daß die Bildung dieser Substanzen in allen Süßwasserseen Statt fand.

Verschiedene Wirkungen, die den Hebungen und Senkungen beizumessen sind.

§. 77. **Allgemeine Betrachtungen.** — Auf welcher Höhe der Erdoberfläche wir auch durch Flüsse gebildete Ablagerungen finden mögen, so dürfen wir doch keineswegs darüber erstaunen; denn wir begreifen ja vollkommen gut, daß auf allen Stufen unserer Continente See'n existiren konnten, wie wir solche noch heute finden, und daß nach ihrem Ablaufe die Ablagerungen auf dem Boden trocken liegen geblieben sind. Aber auch Meeresablagerungen finden wir auf allen Höhen in sehr ausgedehnten Schichten; übrigens ist es nicht ebenso leicht, sich davon im ersten Augenblick Rechenschaft zu geben. Solche Ablagerungen konnten in der That sich nur unter dem Meereswasser bilden; und weil sie sich gegenwärtig in einer Höhe von Tausenden von Metern über dem jetzigen Niveau des Meeres befinden, so muß man von zwei Dingen das eine zugeben: entweder sind die Meere in einer gewissen Epoche über diesen Punkten so lange erhaben gewesen, daß sich darauf mächtige Schichten bilden konnten, oder sind diese Ablagerungen aus dem Grund des Meeres bis zu der Höhe, wo wir sie gegenwärtig sehen, emporgehoben worden.

Nun betrachtet uns in den Erscheinungen der gegenwärtigen Epoche Nichts zu der Annahme, daß die Meere auf einer solchen Höhe eine Zeitlang, die zur Bildung beträchtlicher Ablagerungen hinreichend war, sich befunden haben konnten, weil sich ihr Niveau seit den ältesten historischen Zeiten nicht verändert hat (§. 20).* Wir sehen auch nicht ein, was aus dem Ueberschuß der Gewässer (nämlich ein größeres Volumen, als das, was noch jetzt übrig ist, §. 4) über dem gegenwärtigen Niveau geworden sein sollte, wofern wir nicht die Mitwirkung des göttlichen Willens zulassen, welchem es jodann in den alten Zeiten gefallen hätte, diese Gewässer ziemlich oft erscheinen und wieder verschwinden zu lassen und selbst die Gesetze ihres Gleichgewichts zu unterbrechen. Muschelablagerungen, die man da und dort auf großen Höhen sieht, finden sich sehr häufig nicht an andern Punkten, die doch diesen Höhen entsprechen, und zeigen sich dagegen mit allen ihren charakteristischen Merkmalen mehrere Tausend Meter tiefer unten: man müßte also annehmen, daß die Gewässer bei dem einen Punkte sich konnten beträchtlich gehoben haben, und im andern tief unten gebliehen sein, was aber absurd ist; oder müßte man annehmen, daß die nämlichen Thiere an dem einen Orte an der Oberfläche des Wassers und an einem andern in unermeßlichen Tiefen leben konnten, was aber allen Beobachtungen zuwiderläuft. Es bleibt uns also keine vernünftige Annahme mehr übrig, als die Idee von den Hebungen des Bodens — eine Idee, gestützt auf die positiven Thatsachen, die in unsern Tagen Statt fanden, und die ohne Zweifel nicht die einzigen sind, welche sich auf der Erdoberfläche ausgesprochen haben. Wenn die Hebungen ihre Wirkung plötzlich 200 Meilen weit an den Küsten von Chile und der Breite nach bis zu den Inseln Juan Fernandez äußern konnten (§. 19); wenn langsame Hebungen in dem ganzen bothnischen Meerbusen, in Schweden und in Finnland auf einer nicht weniger großen Flächenausdehnung sich kund thun (§. 21), so begreifen wir leicht, daß auch sonst überall weite Gegenden sich gehoben haben konnten.

Da die ungeheure Flüssigkeitsmasse, die das Innere der Erde bildet, unter ihrer dünnen Rinde hin und her schwankte, so konnte sie diese letztere nach allen Richtungen ausbauchen, und weiter ist auch Nichts nöthig, um Continente über das Meer hinauszustoßen, und das schwache Relief derselben (§. 8) auf alle Weisen zu verändern. Und daß man nicht darüber erschrecke, wenn diese Wirkungen in's Riesenhafte zu gehen scheinen; nur weil wir sie mit unserer Schwachheit vergleichen, urtheilen wir so, denn im Vergleich zur Größe der Erde selbst sind sie Nichts. Was sind denn die 7821 Meter, welche der Himalaya, der höchste Berg der Erde, zeigt, und was sind die 8000 Meter Tiefe, die man bis jetzt durch die gelungensten Sondagen der Meerestiefen (§. 4) gefunden hat, im Vergleich zu den mehr als 6 Millionen Meter, welche der mittlere Erdhalbmesser darbietet? Und dennoch sind solche Höhen und Tiefen, deren

* Wir abstrahiren von der allgemeinen Wasserflut, die in den heiligen Büchern als eine Katastrophe von sehr kurzer Dauer angegeben wird, und die daher unmöglich die bekannten angedeuten Ablagerungen gebildet haben konnten, welche Jedermann als langsam gebildet betrachten muß. Ueberdies ist die erwähnte Katastrophe neu und kann sich nur auf die letzten Veränderungen unserer Continente beziehen; sämmtliche Muschelablagerungen, von denen die Rede sein wird, sind weit älter, wie wir später sehen werden, und sind ganz unabhängig von den Thatsachen, die sich an die Geschichte der Menschheit knüpfen. (Siehe die Einzelheiten der hauptsächlichen Erhebungen.)

Summe nur 2 Millimeter Vorsprung für den Meter erzeugt, selbst nur Seltenheiten auf unserem Planeten, deren größten Unebenheiten nicht einmal mit den ganz unmerklichen Runzeln, die sich in unsern Hüttenwerken an den Glas- oder Metallflüssen bilden, vergleichen werden können. Wenn wir mit diesen Reflexionen noch die Kenntniß verbinden, die wir über die ungeheure Kraft besitzen, welche oft vom Innern der Erde nach außen wirkt (§. 47), so wird uns Nichts in den Phänomenen, die sich unseren Augen darbieten, in Erstaunen setzen. — Wir wollen indessen sehen, wie die Thatsachen diese Folgerung rechtfertigen.

§. 78. **Gehobene Muschelablagerungen und gehobene Ufer.** — Was die Theile eines über das Meer gehobenen Bodens bezeichnet, das ist das Vorhandensein verschiedener Muscheln, die gewöhnlich im Niveau des Wassers auf der Oberfläche nackt gelegter Felsen festsitzend leben, wie z. B. die Seetulpen, die esbaren Muscheln (Mytilus edulis *L.*) ꝛc. (§. 19); oder das Vorhandensein einiger kleinen Muschelablagerungen, die mit denen gleichbedeutend sind, die sich täglich auf dem Grunde der benachbarten Meere bilden. Als man die Hügel untersuchte, welche die Küsten von Chile begränzen, so fand man auf den Plateaux, die terrassenförmig über einander liegen und deren Ränder mit den gegenwärtigen Ufern parallel sind, Muscheln, ähnlich denjenigen, die in unsern Tagen trocken gelegt worden, und noch an die Felsen festsitzen, sowie auch Muschelablagerungen, welche die gleichen organischen Ueberreste einschließen, wie diejenigen, welche sich noch im stillen Ocean bilden. Ist es nicht ganz wahrscheinlich, ich will sagen, evident, daß diese Ablagerungen die Spuren oder Anzeichen allmähliger Erhebungen, ähnlich denjenigen, welche Statt gefunden haben, sind? Diese Folgerung wird durch die Beobachtung unterstützt, die man an den Küsten von Peru, in der Insel San Lorenzo bei Lima, macht, wo man 30 Meter über dem Meere ähnliche Ablagerungen fand, welche Binsengeflechte, Bruchstücke von Baumwollenstoffen ꝛc., einschlossen. Diese Gegenstände bezeugen, daß die fraglichen Ablagerungen erst seit der Gegenwart des Menschen in diesen Gegenden gebildet worden sind; weil sich nun das Niveau der Meere seit den ältesten historischen Zeiten nicht verändert hat, so müssen sie wohl nothwendig durch eine Hebung des Bodens zu Tage gelegt worden sein.

Die Küsten Schwedens erheben sich allmählig, wie durch die genauesten Beobachtungen dargethan worden ist (§. 21). Als man bei Stockholm einen Kanal grub, so fand man Sand-, Thon- und Mergelschichten, die von ähnlichen Muscheln angefüllt waren, wie die im baltischen Meere lebenden, und fand Trümmerstücke von sehr alten Schiffen; also hat sich diese ganze, ehemals unterseeische Gegend, wo einige Schiffe untergingen, seit der Gegenwart des Menschen, d. h. seit der Ocean unveränderlich ist, gehoben. Es ist denn nun zur Gewißheit geworden, daß die Muschelablagerung von Udewalla, 70 Meter über dem Meere, wo man noch die organischen Ueberreste des baltischen Meeres erkennt, und wo Brongniart an Felsen befestigte Seetulpen fand, in Folge einer Hebung des Bodens zu Tage gefördert worden sind. Wir könnten noch von so vielen ähnlichen Ablagerungen, die man an den norwegischen Küsten bis nach Lappland findet, und von vielen andern reden, denen man an den Küsten von England, auf den Inseln des großen Oceans u. s. w. begegnet; aber wir wollen lieber andere Thatsachen anführen.

Wenn man an der Küste von Pozzuoli 7 Meter über dem Meere Ablagerungen von Muscheln, ähnlich den noch im mittelländischen Meere lebenden, sieht, in welchen sich Reste von Töpferwaaren, Bruchstücke von Bildhauerarbeiten finden, und wir überdies noch wissen, daß sich das Niveau des Meeres seit den Phöniciern nicht verändert hat, so liegt es klar am Tage, daß eine seit dem Erscheinen des Menschen auf der Erde Statt gefundene Erhebung des Bodens diese Kügel an das Tageslicht gebracht hat. In Sardinien beobachtet man etwas durchaus Aehnliches; und die Ablagerungen, wo Herr von La-Marmora Spuren von einer beginnenden Industrie fand, schließen außerdem noch Fluß- und Landmuscheln ein. Ferner sieht man in denselben Gegenden sehr hohe Hügel, wovon einige sogar eine Höhe von 700 Meter haben, welche die gleichen, dem mittelländischen Meere angehörenden Muscheln, manchmal sogar noch mit ihren Farben, einschließen, unter denen man aber keine Ueberreste der Industrie findet. Es scheint unmöglich, sich des Gedankens zu erwehren, daß diese letzteren Ablagerungen, gleich den andern, in alten Zeiten gehoben wurden, und daß sich alle Ablagerungen von derselben Art, die man an den Küsten von Sicilien, Sardinien, den römischen Staaten, von Toscana, Nizza, Frankreich und Spanien antrifft, im gleichen Falle befinden. Die nämliche Folgerung stützt sich auch in der That auf die an den Küsten des Oceans, in Frankreich, England, auf den Antillen, zu Timor, auf Neuholland und an mehreren Inseln des Südmeeres gemachten Beobachtungen. Man bemerkt da Sandsäulen mit verschiedenen Höhen, kalkführende Ablagerungen, selbst Kalke, angefüllt von ähnlichen Meeresmuscheln, die in den benachbarten Meeren leben, ferner Austern und an Felsen angewachsene Seetulpen, endlich Polypenbänke, identisch mit denjenigen, welche sich noch täglich bilden, und dies Alles mehr oder weniger hoch über dem Niveau der Meere.

Wenn man im Innern der Länder an den Seiten der Berge und auf den Böschungen längliche Furchen, Ausböhlungen, findet, welche horizontale Linien bilden, so ist man sicher, daß es vormalige Ufer sind, an welche die Meereswogen anschlugen und sie, wie noch heute, entblößten, und die bis zu den Höhen, wo wir sie sehen, gehoben wurden. Dies bezeugen auch die herabgerollten Trümmerstücke jeder Art, die Mineralien, die Gebeine, Muscheln, Madreporen, die man manchmal am Fuße des Abhanges findet, so wie auch die mehr oder weniger zahlreichen Löcher, die noch die Steinbohrer einschließen, welche diese Löcher gebildet haben. Diese verschiedenen Spuren findet man auch ziemlich häufig auf den Kalkgebirgen des südlichen Burgunds, der Franche-Comté, der Bas-Dauphiné, der Provence u. s. w.

Der Serapistempel. — Auf Begebenheiten

Fig. 85. Serapistempel.

derselben Art bezieht sich das Phänomen des Serapistempels an der Küste von Pozzuoli, welches so viele Widersprüche unter den Geologen hervorgerufen hat. Von diesem antiken Monumente sind noch drei Marmorsäulen übrig, die aufrecht auf dem Boden stehen, welcher beinahe dem Wasserniveau gleich ist (Fig. 85). Nun ist es auf der einen Seite nicht sehr wahrscheinlich, daß dieser übrigens mit einem großen architektonischen Aufwand gebaute Tempel auf einem Boden erbaut wurde, der beständig von Wasser bedeckt werden konnte; ebenso wenig ist es wahrscheinlich, daß der antike Weg von Baja, die durch Agrippa errichteten Bauten, mehrere jetzt entweder zum Theil oder ganz unter Wasser befindlichen Alterthümer an dieser Stelle aufgebaut worden sind. Auf der andern Seite zeigen die drei stehen gebliebenen Säulen auf einer Höhe von 2 Metern eine durch Meerdattеln (Steinbohrer) zerfressene Zone — ein Zerfressen, das nur unter dem Wasser Statt finden konnte. Dieser Tempel also, der gewiß auf einer trockenen Stelle in irgend welcher Höhe aufgebaut wurde, hat sich später fünf Meter tief unter Wasser befunden und ist von Neuem bis zum Meeresniveau aufgestiegen. Weil nun das Niveau des mittelländischen Meeres sich nicht verändert, so kann man dieses Phänomen einzig und allein nur auf die Schwankungen des Bodens beziehen. Es ist wahrscheinlich, daß sich zuerst der Boden bis zu einer gewissen Höhe gehoben fand und daß hierauf alle jene Alterthümer, von denen wir die Reste sehen, aufgebaut wurden; ferner daß später eine Senkung erfolgte, deren Größe wir nicht kennen, und endlich, daß eine Erhebung von 5 Meter, und an einigen Punkten von 7 Meter, den Tempel wieder trocken legte, während sie die andern Gebäude noch theilweise in Wasser gesetzt ließ: dies beweist denn nun, daß die Einsenkung stärker war, als die letzte Hebung.

Folgerung. — Wenn man nun auf diese Weise einsieht, daß sehr ausgedehnte, aus Muscheln, die heutigen Tages in unsern Meeren leben, gebildete Ablagerungen wirklich auf mehr oder weniger bedeutende Höhen gehoben worden sind, wird es nicht im hohen Grade wahrscheinlich, daß dies auch bei allen andern der Fall war? Warum sollte man dies nicht auch von dem Boden der Umgebung von London und Paris, von dem Boden der Ebenen der Gascogne, Oesterreichs, Ungarns, Polens u. s. w. sagen können? Die Muscheln, die man darin findet, sind zwar nicht alle denjenigen analog, die in unsern Meeren leben, aber immerhin finden sich analoge noch in ansehnlicher Menge; auch sind sie in einigen Stellen dergestalt gut erhalten, daß sie ganz frisch eingegraben zu sein scheinen. Und läßt man die Erhebung dieser Ablagerungen zu, wird man sie nicht auch hinsichtlich der Kreide, von der sie von allen Seiten umgeben sind, ferner hinsichtlich der Jurakalke, welche hierauf folgen und nicht blos das Juragebirge, sondern auch den größten Theil der französischen Kalkgebirge bilden; und endlich hinsichtlich sämmtlicher Muschelablagerungen, deren organische Reste den unterseeischen Ursprung bezeugen, zugeben können? Als Beleg für diese Ausrechnung des Phänomens werden wir bald alle Verrückungen anführen, die eine nothwendige Folge davon sind.

§. 79. **Einsenkungen verschiedener Ablagerungen.** — Wenn es klar und deutlich bewiesen ist, daß auf der Erdoberfläche Erhebungen Statt gefunden haben, so ist es nicht weniger gewiß, daß es auch an verschiedenen Orten Senkungen gab (§. 19, 22). Nun bewiesen auch wirklich die Thatsachen, daß solche Senkungen in verschiedenen Epochen in der Reihe der unsere Continente bildenden Schichten Statt fanden; man bemerkt an mehreren Punkten der französischen und englischen Küsten bei niedrigem Wasserstand sehr ausgedehnte Ablagerungen von ähnlichen Vegetabilien, wie die in unsern Klimaten lebenden, und bemerkt, daß Alles noch den Platz anzeigt, wo sie einst gelebt haben; und dies um so mehr, als man daselbst im Boden noch Wurzeln stecken sieht. Diese Ablagerungen liegen auf erdigen Substanzen, welche von aufeinander geschichteten oder in den torfhaltigen Substanzen zusammengebackenen Blättern bedeckt sind. Man erkannte darin Birken, Nußbäume, Eichen, Tannen, die manchmal kaum verändert sind, Reste von verschiedenen Hirscharten, ähnlich denjenigen, die man in den Torflagern findet; das Ganze ist durch Thonlagen, welche Süßwassermuscheln einschließen, bedeckt. Diese unterseeischen Wälder, wie man sie genannt hat, konnten nur auf einem unbedeckten, mehr oder weniger über den Meeren erhabenen Boden fortkommen; und da sie sich gegenwärtig unter dem Meeresniveau finden, und nur bei sehr niedrigem Wasserstand unbedeckt sind, so mußte sich wohl der Boden seit der Epoche der jetzigen Vegetation gesenkt haben. Die Schlammschichte von Portland (§. 70), welche Bäume einschließt, die sich noch an ihrem alten Platze befinden, beurkundet das Vorhandensein eines Pflanzenbodens, eines beinahe trockenen Bodens, welcher auf Meeresablagerungen ruht. Diese Schichte ist später durch sehr mächtige Ablagerungen älteren Süßwasserkalkes bedeckt worden, und das Ganze läuft unter dem grünen Sandstein fort, welcher der Kreide vorausgeht und eine Meeresgebilde ist. Es ist also klar, daß in gewissen Oertern eine Erhebung der untern Meereskalke Statt fand, über welchen sich eine Landvegetation bildete; daß hierauf ein See oder ein tiefer Küstensumpf entstand, in welchem sich Kalk-, Sand- und Thonschichten bildeten, die von Flußmuscheln angefüllt sind und die zusammen bisweilen eine Mächtigkeit von 200 bis 300 Meter erreichen. Endlich mußte ein letztes Emporsteigen das Ganze bis zu dem gegenwärtigen Niveau gehoben haben.

Ebenso mußte sich auch der Grobkalk von Paris, den man als Baustein ausbeutet, zuerst in verschiedenen Punkten über das Meer erhoben haben, um sich von einem Süßwasserlee bedecken zu lassen, wo sich die Süßwasserablagerungen bildeten; später hat er unter das Meer sinken, um sich mit einer Meeresformation zu bedecken, und von Neuem emporsteigen müssen, um eine zweite Süßwasserformation zu erhalten. Im südlichen Frankreich, am Fuße des großen Rhonethales, mußte der Meerbusen, der sich von Marseille nach Montpellier ausdehnt, ähnliche Schwankungen ausbalten, um zwischen den Meeresschichten Süßwasserschichten darbieten zu können.

Wir könnten noch hunderte solcher Thatsachen anführen; allein wir wollen jetzt auf die Eindrücke oder Spuren der Füße und Schritte gewisser vierfüßiger Thiere (Fig. 86), die man in Hesberg, unweit Hildburghausen in Sachsen, auf den Trennungsflächen (Schichtflächen) gewisser Sandsteinschichten gefunden hat, und auf die Fußeindrücke verschiedener Vögel, die man im Thale des Connecticut in den nordamerikanischen Freistaaten in den nämlichen Schichten fand, übergehen (Fig. 87). Diese Eindrücke beweisen, daß der Boden eine gewisse Weichheit beibehielt, obgleich er theilweise getrocknet war, was durch die Runzeln, die er zeigt, außer Zweifel gesetzt wird, und daß er sich folglich außer dem Wasser befand; die Flötzschichte nun, worauf diese Thiere liefen, findet sich jetzt von einer andern Schichte, welche sich auf ihren Fußspuren abgedrückt hat, sodann durch beträchtliche Ablagerungen derselben Substanzen, die sich nur unter dem Wasser bilden konnten, bedeckt: es mußte also nothwendig der Boden, der zuerst gehoben war, damit die Landthiere darauf gehen konnten, allmählig sich senken, um alle jene abgesetzte Substanzen aufzunehmen, und mußte von Neuem gehoben worden sein, um bis zu der Höhe zu gelangen, wo wir ihn jetzt sehen.

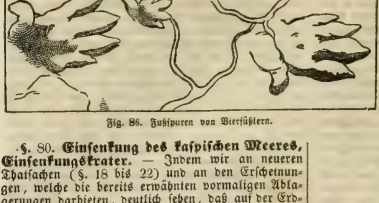


Fig. 86. Fußspuren von Vierfüßlern.

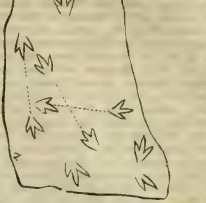


Fig. 87. Fußspuren von Vögeln.

§. 80. **Einsenkung des kaspischen Meeres, Einsenkungskrater.** — Indem wir an neueren Thatsachen (§. 18 bis 22) und an den Erscheinungen, welche die bereits erwähnten vormaligen Ablagerungen darbieten, deutlich sehen, daß auf der Erdoberfläche sowohl Senkungen als Erhebungen Statt fanden, so finden wir uns natürlich veranlaßt, auf gleiche Weise verschiedene Thatsachen zu erklären, die nicht weniger merkwürdig sind. Wenn das Niveau des kaspischen Meeres und dessen ganze Umgebung sich gegenwärtig unter dem Niveau des Oceans befindet (§. 15), so müssen wir glauben, daß dies eine Folge von einer Einsenkung des Bodens ist, die mit der Erhebung der hohen vulkanischen Spitzen von Innerasien zusammenhängt. Wahrscheinlich verhält es sich hier ebenso, wie bei der Bildung des großen Mitlou-Dumisee auf der Insel Nisor, welche in einer Nacht, im Jahre 236 vor unserer Zeitrechnung, in dem Augenblicke vor sich ging, wo der Zoufi-no yama, der höchste Berg von Japan, aus dem Schooße der Erde emporstieg. Etwas Aehnliches trug sich ohne Zweifel beim See von Judäa zu, der gleichfalls tiefer als das mittelländische Meer liegt und von Trachytbergen umgeben ist, deren Erscheinung vielleicht die mittelbare Ursache der jenen sündhaften Städten, welche diese Gegend einschloß, auferlegten Strafe war.

In einem geringeren Grade finden wir viele andere Wirkungen, die sich auch nur durch Einsenkungen erklären lassen: ein Beispiel dieser Art ist das Val del Bove, am östlichen Abhang des Aetna. Dieses bietet alle Charaktere eines Erhebungskraters dar (Fig. 22 und 28), und zwar eben so sehr wegen der Neigung der alten Lavendecken, als auch wegen der Spalten, die seine Ränder, besonders am untern Theile, durchschneiden; seine Ausdehnung aber führt natürlich zu der Frage, was aus den Substanzen geworden ist, die den Mittelpunkt ausfüllten. Hier kann man nun, wie an vielen andern Orten, sich die Sache nicht anders als durch ein Einsinken erklären (§. 33); man kann sie sogar vermittelst einiger, noch mitten aus den später gebildeten Schuttdämmen hervorragenden Zeugen motiviren. Ein vollkommen ähnlicher Umstand zeigt sich uns in dem von Leopold von Buch beschriebenen Val Taoro, welches sich am Fuße des Pic von Teneriffa, wie das Val del Bove am Fuße des Aetna befindet.

Auf die Versenkungen kann man auch die Bildung gewisser trichterförmiger, tiefer See'n beziehen, die nicht mehr die Charaktere der Erhebungskrater zeigen, sondern vielmehr die der Erdfälle, die sich in einem Boden bilden, der auf irgend einer ausgehöhlten Weitung liegt. Dies sind z. B. der Pavonsee am Fuße der Trachytmassen des Mont-Dore; mehrere See'n in den Vogesen, in Mitte von Granit- und Porphyrerhebungen; endlich die See'n, welche das Plateaux der Eifel bedecken, und die man häufig auch mit dem Namen Kratersee'n bezeichnet hat. Die letzteren haben das Eigenthümliche, daß sie, dem Boden gleich, in schieferigen Gesteinen vorkommen, deren Schichten nicht aus ihrer Stelle gewichen, oder eher manchmal gegen das Innere der Höhle eingesenkt sind. Diese Verhältnisse kann man auch nur durch Einsenkungen erklären, die manchmal auf eine ziemlich große Tiefe hinein mit dem Innern der Erde communiziren, um den Schlacken, die man am Rande herum und bis auf mehr oder weniger große Entfernungen hinaus zerstreut findet, einen Ausgang zu verschaffen: man sieht dies um die Krater der Eifel herum, die mitten in Schiefern eingegraben sich finden; ferner um den in Granit befindlichen Gourh de Tazana, an den Gränzen von der Auvergne und von Bourbonnais ꝛc.

Wie staunenswerth auch diese Einsenkungen scheinen können, so sind sie doch nicht außerordentlicher, als diejenigen, die sich bei den Erdbeben von Calabrien bildeten (§. 18); ferner als diejenigen, welche auf den Azoren auf St. Michael, im alten Cäsarea von Cappadocien Statt fanden, und endlich als alle diejenigen, die man in verschiedenen Chroniken aufgezeichnet findet. Die Einsenkungen des Pic der Molukken, des Carguaraizo, des Papandayan ꝛc. (§. 33), zeigen uns hinlänglich das, was im natürlichen Lauf der Dinge geschehen kann, um uns die Wirkungen begreiflich zu machen, die in den verschiedenen Phasen unseres Planeten hervor gebracht worden sein können.

Wir bemerken noch, daß, wenn in den Südmeeren eine große Anzahl Inseln ihren Ursprung Madreporentriffen und den Erhebungen des Bodens, wodurch sie bis zu einer mehr oder weniger beträchtlichen Höhe über die Meere gehoben worden sind, zu verdanken scheinen, so gibt es wiederum andere, die man als Reste vormaliger Continente, deren größter Theil unter das Wasser hinabgesteigen wäre, zu betrachten versucht ist. Dies sind solche Inseln, wo eine gewisse Anzahl besonderer Thiere leben, die man nicht sonst wo findet, und von denen man alsdann nicht weiß, wo sie hergekommen sein sollten, wenn man die Erhebungen zuläßt, noch wie sie von einer Insel zur andern kommen konnten, wenn sie mehreren gemein sind. Die Hypothese von der Senkung hat vielleicht weniger Schwierigkeiten, weil alsdann diese besonderen Wesen die Ueberbleibsel einer Fauna sein würden, die sich auf den theilweise untergegangenen Continenten vorfand. Diese von mehreren Naturforschern zugelassene Betrachtungsweise ist den geologischen Beobachtungen nicht entgegengesetzt und konnte sich sogar auf viele derselben stützen; aber es bleibt noch zu wissen übrig, in welcher Uebereinstimmung sie mit den örtlichen Thatsachen steht, die wir später kennen lernen werden.

Aufrichtungen und Verrückungen, die man den Hebungen zuschreibt.

§. 81. **Warum man Aufrichtungen zu-**

lassen muß. — Es ist bereits davon die Rede gewesen, daß die unter den Wassern gebildeten sandigen und Muschelablagerungen sich in merklich horizontalen Schichten zeigen (§. 62 bis 64). In dieser Weise finden wir sie auch in der That häufig auf der Erdoberfläche, sogar auf sehr großen Räumen, und bemerken alsdann, daß die abgeplatteten Geschiede, die verrückten, verschobenen Schalen von Austern oder andern Muscheln flach niedergelegt sind und die thurmförmigen Muscheln ihrer Länge nach liegen; lauter Umstände, die mit den Begriffen von einer langsamen Bildung durch Subthanjen, die bloß der Wirkung der Schwerkraft überlassen sind, vollkommen übereinstimmen. Doch sehen wir diese Ablagerungen in gewissen Theilen ihrer Ausdehnung mehr oder weniger geneigt, sogar tentrecht aufgerichtet und manchmal ganz umgestürzt; sie behalten alsdann nichts desto weniger sämmtliche Charaktere bei, die ihre ursprüngliche horizontale Lage beweisen, denn die Muschelüberreste und die Geschiede, die sie einschließen, finden sich darin noch parallel mit den Schichtflächen. Ferner bestehen Ablagerungen, welche Achatgeoden einschließen, in denen man Stalaktiten sieht, deren Are mehr oder weniger geneigt ist (Fig. 88), was der Art und Weise, wie sich diese Arten von Formen bilden, direkt entgegengesetzt ist (s. Mineralogie). Daraus geht hervor, daß die geneigten Ablagerungen sich nicht in der Stellung oder Lage, in der wir sie sehen, gebildet haben, weil einerseits die Muschelüberreste und die Geschiede umgestürzt wären, um sich in ein stabiles Gleichgewicht zu setzen oder an den Fuß des Abhanges hinabgerollt sein würden, und weil anderseits sich die Stalaktiten nach der Vertikale gebildet hätten. Diese letztere Beobachtung besonders beweist uns auch wirklich, daß die Schichten zuerst eine horizontale Lage inne hatten (Fig. 89), und daß sie erst nach ihrer Bildung aus dieser Lage gerückt worden sind; dies ist nun eine der großen geologischen Erscheinungen, deren Ursachen wir auszuforschen haben.

Fig. 88.

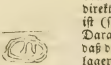


Fig. 89.

Bei diesem Studium haben wir an den Wirkungen, die theils durch die Erdbeben erzeugt worden, theils aus den vulkanischen Erscheinungen hervorgehen, einen Vergleichungspunkt. Auf der einen Seite können die im Boden bis zu einer gewissen Tiefe erzeugten Spalten oder Risse nur die Wirkung einer Erhebung des Bodens sein, denn das Auseinandertreten der Theile geht hier weder aus der Vertrockuung noch aus der Erkaltung hervor, die ein Zusammenziehen, ein Kleinerwerden der Masse erzeugt haben konnten. Auch bemerkt man in der Nähe der Risse oder Spalten, daß der Boden sich hier nicht mehr mit dem übrigen Boden der Gegend in derselben Ebene befindet, sondern mehr oder weniger gewölbt ist, und daß oft ein Theil höher ist als der andere (§. 18). Wenn nun der Boden gehoben worden ist, so müssen notwendig auch die untern Schichten aus ihrer Lage gerückt worden sein; wenn sich daher eine geradlinige Spalte in einem Boden mit horizontalen Schichten bildet (Fig. 8), so finden sich oft die Schichten in ihrer ganzen Länge auf der einen und andern Seite, wie die beiden Seiten eines Daches geneigt. Wenn sich mehrere divergirende Spalten bilden (Fig. 9), so müssen die getrennten, abgerissenen Stücke des Bodens symmetrisch um die Erhebungsare herumliegen.

Auf der andern Seite kennen wir auch die Erscheinungen an dem Monte-Nuovo (§. 26), der sich erst gehoben hat, dann an der Spitze geborsten ist, und der uns jetzt um seine Are herum alle Schichten zeigt, die sich in Campanien in einer horizontalen Lage finden. Endlich sind uns auch Schichten bekannt, die sich um das Centrum der vulkanischen Thätigkeit auf Santorin gehoben haben, und alle Thatsachen gleicher Art, die wir an sehr vielen Orten sehen, wo die vulkanische Thätigkeit sich noch in unsern Tagen äußert.

Wenn wir nun finden, daß alle geneigten Schichten, die wir auf der Erdoberfläche bemerken, auf die eine oder andere Disposition bezogen werden können, so werden wir mit Recht daraus den Schluß ziehen dürfen, daß sie durch die gleichen Ursachen gehoben worden sind; dies ist nun gerade das, was wir überall wahrnehmen.

§. 82. **Rücken, Wechsel.** — Wir haben gesehen, daß, wenn sich eine Spalte bildet, es oft der Fall ist (§. 18), daß ein Theil des Bodens sich höher als der andere befindet, sowohl wenn die Spalte offen bleibt (Fig. 11), als wenn sie sich plötzlich wieder schließt (Fig. 12). Dasselbe zeigt sich nun sehr häufig auf der Erdoberfläche, und es ist zu vermuthen, daß sie durch einen ähnlichen Umstand, d. h. durch eine Hebung hervorgebracht wurden. Die Schichten sind dann nach der einen und andern Seite geneigt (Fig. 90) und es findet sich der eine Theil mehr oder weniger über den andern gehoben; an der Stelle, wo sie sich vereinigen, entdeckt man zuweilen bei unterirdischen Arbeiten entweder eine offene oder von Kies (Trümmerstücken) erfüllte Spalte, oder findet man einen leichten Riß, oder zum wenigsten eine Trennungsfläche, deren Ebenen glatt und manchmal polirt oder senkrecht gestreift, gefurcht sind, was eine geschlossene Spalte, ein Herabgleiten des einen Theiles über den andern anzeigt. Diese Verhältnisse sind mit dem Namen Rücken, Wechsel ꝛc. bezeichnet worden; sie finden sich überall und stellen alsdann Kämme dar, die sich auf sehr großen Räumen, beinahe geradlinig, zuweilen da und dort unterbrochen, ausdehnen; aber immer finden sich die verschiedenen Theile in der nämlichen Richtung. Es gehen daraus mehr oder weniger hohe Berggruppen hervor, die auf der Erdoberfläche ziemlich häufig sind, und wovon die Vogesen, das Juragebirge, die Alpen, die Cevennen ꝛc., sehr viele Beispiele darbieten.

Fig. 90. Ein Beispiel von Rücken oder Wechsel.

Wenn sich die Rücken, Wechsel einerseits auf der Oberflache des Bodens durch mehr oder weniger erhobene Gräte aussprechen, so entdeckt man sie anderseits auch im Innern der Erde, durch die Veränderungen, die sie in den Schichten oder den Gängen, welche man für die Bedürfnisse der Künste ausbeutet, verursacht haben. So finden sich z. B. in der Steinkohle eine und dieselbe Schichte (a, b, c) des Brennstoffes (Fig. 91) manchmal dergestalt aus ihrer Lage

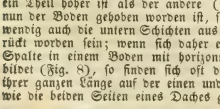


Fig. 92. Eine Verrückung, die einer einzigen Schichte das Ansehen von mehreren gibt.

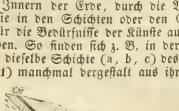


Fig. 91. Eine durch sogenannte Wechsel verrückte Schichte.

verrückt, daß der Bergmann, nachdem er sie in einem Theil ihrer Richtung, z. B. von d bis c abgebaut hat, sie plötzlich geendigt findet; und er würde auch alsbald alle Arbeiten einstellen, wenn ihn die Erfahrung nicht gelehrt hätte, daß man die Ablagerung entweder oberhalb oder unterhalb der Stelle, wo sie plötzlich aufgehört hat, wiederfinden könne. Manchmal sind aus diesen Verrückungen unheilvolle Irrthümer für die Spekulationen hervorgegangen, wenn man auf der Oberfläche des Bodens verschiedene Zutagestreichungen (a, b, c, d) (Fig. 92) sah, und daraus auf das Vorhandensein von eben so vielen verschiedenen Schichten mit einem großen Anschein von Reichthum schloß, für die man zum Voraus alle möglichen Geldopfer bringen könnte, während diese verschiedenen Schichten nur eine und dieselbe Schichte war, die durch aufeinanderfolgende Wechsel oder Rücken aus ihrer natürlichen Lage gebracht waren und zu verschiedenen Höhen aufstiegen.

§. 83. **Kraterförmige Bildung.** — Jndem uns die bekannte Bildung des Monte-Nuovo ein deutliches Bild von der Erhebung der Schichten gibt, welche seine kraterförmige Höhlung darbietet, finden wir uns veranlaßt, auch den Erhebungen, deren Epochen uns unbekannt sind, die Struktur mehreren andern Hügeln dieser Gegend zuzuschreiben, z. B. die der Solfatara von Pozzuoli, von Camoldoli, Astronie ꝛc., wo die Schichten gegen die Axe der Vertiefung, die man im Mittelpunkt findet, gehoben sind. Bei diesen Hügeln zeigt der Grund der Höhlung, besonders bei dem von Astroni (Fig. 93), die Spitze eines Trachyt-

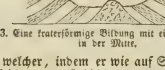


Fig. 93. Eine kraterförmige Bildung mit einem Trachytkegel in der Mitte.

domes, welcher, indem er wie auf Santorin aufstieg, das Aufrichten der Schichten der umgebenden Bimssteintuffe erzeugt hat. Diese Hügel mit Kratern erklären unmittelbar alle diejenigen der phlegräischen Felder, die an ihrer Spitze ausgefüllt sind, aber deren sämmtliche Schichten sich gleichfalls um eine Axe herum erheben

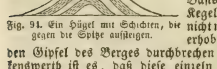


Fig. 94. Ein Hügel mit Schichten, die gegen die Spitze aufsteigen.

(Fig. 94); wahrscheinlich findet sich an ihrer Basis auch irgend eine Kegelspitze, die sich aber nicht mit so viel Gewalt erhoben hat, daß sie den Gipfel des Berges durchbrechen konnte. Bemerkenswerth ist es, daß diese einzeln stehenden Hügel auf gleiche Weise in einer Richtung, gleichsam nach der Schnur, auf einander folgen, was Spalten anzuzeigen scheint, auf deren Richtung sie, wie bei den thätigen Vulkanen (§. 40), geschmolzene Massen auszubrechen suchten.

In einem größeren Maßstabe finden wir ähnliche Umstände an vielen Orten. Am Cantal und Mont-Dore finden sich Basalt- und Trachytablagerungen (siehe Mineralogie), die nur auf einem horizontalen Boden gebildet worden sein können (§. 41), um einen oder mehrere Mittelpunkte gehoben, wobei sie an der Stelle, wo sie convergiren, ein mehr oder weniger ausgedehntes kraterförmiges Becken übrig lassen oder um einen mehr oder minder hervorragenden Trachytdom aufsteigen (Fig. 95), wie z. B. der Pic

Fig. 95. Um einen Trachytdom herum aufgerichtete Decken.

von Teneriffa über die ihn umgebenden Abhänge. Ebenso stellen Granitmassen, z. B. bei dem Weiler Pal in der Nähe von Montpezat im Vivarais, Kreise dar, in deren Mitte sich Basalt- oder Schlackenhügel, die ohne Zweifel nach dem ersten Ausbruch erschienen sind (wie am. Monte Nuovo und auf der Jnsel St. Georges) (§. 25), erheben. Das Becken von Schemnitz in Ungarn ist auch nur ein weiter, beinahe freier Erhebungskrater, der in seinem Centrum nur einen Basalthügel hat, und dessen Umfang größtentheils aus Schichten von grünem Porphyr besteht, die sich auf allen Seiten erhoben haben. Andere Porphyre bilden gleichfalls einen Kreis, dessen Spitzen rings um den Elburs, den höchsten Trachytberg des Kaukasus, mit Schnee bedeckt sind. Jn allen diesen Fällen findet sich die Masse des kreisrunden Gürtels von tiefen Thälern durchschnitten — ein wechselseitiges Resultat der Erhebung. Diese Thäler erinnern an die Barancos von Palma (§. 32); diese Durchbrüche zeigen mit einem Worte alle Charaktere der Erhebungskrater.

Aber diese Verhältnisse sprechen sich nicht bloß in Gegenden aus, welche Basalte, Trachyte, Schlacken und Bimssteine aufweisen; nicht weniger häufig kommen sie an verschiedenen Oertern vor, wo die Beschaffenheit, die Natur der Felsarten in keiner Hinsicht an die gewöhnlichen Vulkane erinnert. Vorerst sieht man mitten in den Alpen Kalksteine, Schiefer und verschiedene andere Gebirgsarten durch ihre außerordentlich Schichten einen weiten Kreis bilden, in dessen Mitte sich der Montblanc, beinahe wie der Pic von Teneriffa in seinem Basaltgürtel, erhebt. Weiter gegen Westen im Dijan stellt der Kreis, welcher den Weiler von der Berard umgibt, und welcher von Elie de Beaumont so trefflich beschrieben wurde, durch die Stellung seiner gehobenen Gneißschichten (s. Mineralogie), durch seine Spalten im Umfange und durch das einzige Thal, durch das man eintreten kann, die bestimmtesten Charaktere dar, die man an den Erhebungskratern beobachtet. Die Kreise, die sich in dem oberen Theil der meisten großen Thäler der Alpen finden, bieten noch ähnliche Umstände, d. h. Schichten dar, die auf allen Seiten gegen ihre Mittelpunkte aufsteigen, manchmal aber, wie z. B. am Fuße des Mont-Rosa, durch massige Gesteine, wo die Schichtung verschwindet, unterbrochen sind. Ueberall begegnet man in den verschiedenen Graniten und Porphyren ähnliche Kreise, deren schroffe Wände durch mehr oder weniger tiefe Thäler durchschnitten sind, deren Mitte durch einen See ausgefüllt ist, und wo die großen Flüsse ihre Quellen haben; dies sieht man in den Vogesen, am Fuße der Kuppen (Ballons), in der Morvankette, im Tarare-Gebirge ꝛc. Manchmal finden sich auf diese Weise Hügel von schwarzem Porphyr oder Malaphyr in der Mitte eines Beckens, um welches rings herum die Schiefer- und Kohlensandsteinschichten gehoben sind, wie z. B. zu Bischweiler in den Vogesen u. s. w.

Die Gegenden, wo der Kalk vorherrscht, sind nicht mehr als die andern von diesen Verhältnissen ausgenommen: nur sind die kraterförmigen Vertiefungen, anstatt beinahe kreisrund, wie die bereits angeführten, gewöhnlich elliptisch und selbst manchmal sehr lang gestreckt, was man besonders im Juragebirge sieht. Diese länglichen Bildungen dehnen sich, wie die Spalten, in manchen Fällen auf sehr große Entfernungen aus und haben in ihrer Richtung längliche Hügel gebildet, die unter sich in einer Linie hinlaufen, und da und dort höhere Spitzen zeigen. Diese Spitzen sind in der Regel zerrissen und stellen die sogenannten geschlossenen Thäler oder die Erhebungsthäler dar (Fig. 96), die aber in der That nur Erhebungskrater sind.

Es wird nicht unnütz sein, wenn man bemerkt,

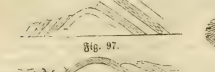


Fig. 97.

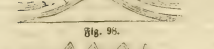


Fig. 98.

Fig. 99.

Fig. 100.

Verschiedene Bildungen der Erhebungskrater in den Kalkgebirgen.

Fig. 96. Plan eines Erhebungskraters in den Kalkformationen.

daß die Risse der Kalkgebirge nicht immer die Einförmigkeit der Krater, die wir bis jetzt angegeben haben, darstellen, sondern daß es in dieser Beziehung viele Abänderungen gibt. An dem einen Orte geschieht es, daß auf der einen Seite die zerrissenen Schichten zurückgeblieben sind, während sie auf der andern gehoben wurden: das Zerrissenseyn zeigt sich alsdann im Vertikalschnitt, wie z. B. Fig. 97. An einem andern Orte erscheinen die obern Schichten, wie in horizontaler Richtung zurückgeschoben, und da sich die untern wölbten, ohne zu zerreißen, so sind daraus Bildungen hervorgegangen, wie die in Figur 98. Unter den gehobenen Schichten finden sich oft solche, die sich sehr leicht zersetzen und deren Vorsprung sich in kurzer Zeit umgestürzt findet, wodurch der Sturz der festen Schichten herbeigeführt wird; es gehen daraus Felsengräte hervor, die mit einander parallel laufen und durch kleine Thäler getrennt sind, in denen sich die Regenwasser ansammeln, und die sich mit Pflanzen bedecken: die allgemeine Gräte des Gebirges zeigt sich in diesem Falle wie Fig. 99. Manchmal stellt auch die Spitze bloß eine Masse von Kalksteinblöcken dar, die auf einander gehäuft, aber so in Linien zusammengestellt sind, wie wenn man sie nach der Natur des Gesteins vereinigt hätte. Endlich machen wir auch die Bemerkung, daß, wenn sich zwei parallele Erhebungen gebildet haben, wie in Fig. 100, manchmal ein Theil a des Bodens sich mit gehoben findet, der dann den höchsten Punkt des ganzen Gebirges bildet, wobei er das Aussehen einer Wiederholung gewisser Schichten in derselben Ablagerung hat.

Der Centraltheil der gehobenen Masse ist entweder aus ähnlichen Stoffen gebildet, wie diejenigen, woraus der Boden wesentlich besteht, oder ist er gänzlich davon verschieden. Hinsichtlich des ersten Falls kennen wir Beispiele in den Erhebungen, die wir in den Kalksteingebirgen angeführt haben; was den zweiten Fall betrifft, so haben wir bereits der Trachythügel Erwähnung gethan, die sich in den plegräischen Feldern im Grunde der Erhebungskrater finden (Fig. 93), welche in Mitte der Flötzschichten aus Bimssteinconglomeraten bestehen. Solche Beispiele weisen auch die Alpen, so wie viele andere Gegenden, auf, wo wir Granitmassen und viele andere krystallinische Gebirgsarten im Centrum verschiedener sedimentärer Ablagerungen sehen, deren Schichten bei ihrem Erscheinen auf verschiedene Art aufgerichtet worden sind. Wir werden später den Werth dieser Thatsachen aus einander setzen.

§. 84. **Erhebung und Biegung ohne Trennung.** — Wenn gleich das Aufrichten der Schichten oft mit Zerreißen oder Zerbrechen derselben verbunden ist, so gibt es doch auch viele Fälle, wo dasselbe ohne bemerkbare Trennung geschieht. Wir haben es schon an den einzelstehenden kleinen Hügelchen der phlegräischen Felder (Fig. 94) bemerkt, und sehen es auch auf den mehr oder weniger beträchtlichen Strecken, welche alsdann mehr oder weniger hervorspringende Abhänge oder gegeneinander geneigte Linien darstellen, gebildet durch Schichten, die wie die beiden Abhänge eines Daches auf beiden Seiten aufsteigen: dieser Umstand bietet noch Wirkungen dar, die man denjenigen vergleichen könnte, welche die Spalten zeigen; die aber an Schichten sich äußern, welche wie die im Mittelpunkt der vorhergehenden Figuren liegenden Substanzen bis zu einem gewissen Grad biegsam sind. Sehr viele Beispiele dieser Art werden und durch die Berge des Jura dargeboten; man sieht oft daselbst verschiedene derartige parallele Kämme, welche schon durch die einfachsten Karten sehr deutlich angegeben werden und mehr oder weniger breite Thäler zwischen sich lassen, auf deren beiden Abhängen sich die Schichten gehoben finden. Daraus gehen nun große Schichtenwellen hervor, die man überall an den schroffen, durch die verschiedenen Risse oder Spalten erzeugten Abhängen antrifft, welche an sehr vielen Orten die Kämme quer durchschneiden. Diese in der Fig. 101

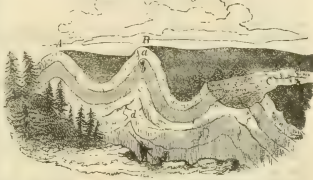


Fig. 101. Biegungen im Jura. Faltenförmige Thäler.

dargestellten großen wellenförmigen Biegungen werden nur durch die schon vorhin angegebenen kraterförmigen Aushöhlungen der Gipfel unterbrochen.

§. 85. **Falten schiefriger Schichten.** — Die Biegungen lassen sich auch unter andern Verhältnissen wahrnehmen, wo es scheint, daß die Schichten bei einem gewissen Zustand von Biegsamkeit oder vielleicht bei einem teigartigen Zustand eher von zwei entgegengesetzten Richtungen her zusammengedrückt, als gehoben worden sind. Zu dieser Idee wird man auch wirklich durch gewisse Thatsachen veranlaßt, die man in den Ablagerungen von Stoffen mit einer Schieferstruktur beobachtet. Es ist oft der Fall, daß die Blätter dieser Ablagerungen nicht mehr in einer und derselben, entweder horizontalen oder schiefen Ebene fortsetzen, sondern sich dagegen alle im hohen Grade gebogen finden, ohne dabei ihren Parallelismus zu verlieren, oder in mehr oder weniger spitzen Zickzacken gebogen sind (Fig. 102). Die Idee von der Ursache einer solchen Faltenbildung wurde früher durch James Hall zur Evidenz erhoben, welcher, nachdem er angefeuchtetes Thongeschiebe aufeinander gelegt und es durch ein gewisses Gewicht beschwert hatte, das

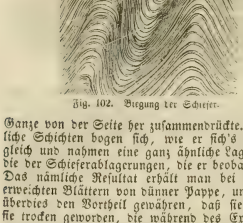


Fig. 102. Biegung der Schiefer.

Ganze von der Seite her zusammendrückte. Sämmtliche Schichten bogen sich, wie er sich's dachte, zugleich und nahmen eine ganz ähnliche Lage an, wie die der Schieferablagerungen, die er beobachtet hatte. Das nämliche Resultat erhält man bei hinlänglich erweichten Blättern von dünner Pappe, und die noch überdies den Vortheil gewähren, daß sie, nachdem sie trocken geworden, die während des Experimentes angenommene Form beibehalten.

Häufig bemerkt man in der Steinkohle vollkommen analoge Verhältnisse; sämmtliche, sowohl Thon- als Kohlenschichten, dieser Ablagerung finden sich zugleich und oft unter sehr spitzen Winkeln (Fig. 103) gebogen:

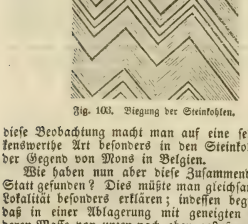


Fig. 103. Biegung der Steinkohlen.

diese Beobachtung macht man auf eine sehr bemerkenswerthe Art besonders in den Steinkohlenlagern der Gegend von Mons in Belgien.

Wie haben nun aber diese Zusammendrückungen Statt gefunden? Dies müßte man gleichsam für jede Lokalität besonders erklären; indessen begreift man, daß in einer Ablagerung mit geneigten Schichten, deren Masse von unten nach oben gestoßen wird, der obere Theil mit seinem ganzen Gewicht auf den untern Theil drückt, und daß die Schichten jenes oberen, zwischen zwei entgegengesetzten Kräften liegenden Theiles sich untereinander biegen können, im Fall sie hinlänglich biegsam sind. Da geschmolzene Massen oft mit großer Gewalt in die Ablagerungen der Sedimentgebilde eingedrungen sind, so begreift man auf der andern Seite, daß daraus seitliche Zusammendrückungen entstanden sind, welche die nämlichen Wirkungen hervorgerufen haben.

§. 86. **Entstehung der Thäler.** — Wenn die Gebirge nach den so eben von uns gemachten Bemerkungen in der That nur die Resultate von Trennungen sind, die durch die Kraft innerer Agentien auf der Erdoberfläche stattgefunden haben, so können uns die Thäler keine Schwierigkeit mehr darbieten. Die Ideen, die man sich zuerst über ihren Ursprung bildete, hatten das Ausgraben durch die zerfressende Kraft des Wassers zur Grundlage; da alsdann die Berge schon vorher gebildet gewesen sein mußten, so ist es klar, daß die Gewässer immer den natürlichen Abhang des Bodens in ihrem Lauf hätten verfolgen und ihn einzig und allein in dieser Richtung hätten durchfurchen müssen; wenn sie durch ein Hinderniß oder in einem Becken aufgehalten waren, so hätten sie vorzugsweise die Sand- und Kiesablagerungen durchschneiden und sich an der niedersten Stelle ergießen müssen.

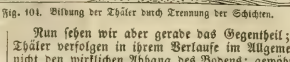


Fig. 104. Bildung der Thäler durch Trennung der Schichten.

Nun sehen wir aber gerade das Gegentheil; die Thäler verfolgen in ihrem Verlaufe im Allgemeinen nicht den wirklichen Abhang des Bodens; gewöhnlich haben sich die Gewässer nicht am tiefsten Theil des Beckens ergossen, noch haben sie sich durch einen lockeren Boden Bahn gebrochen. Man sieht in der That nicht ein, warum die Mosel sich nicht in die Seine ergießt und dabei den natürlichen Abhang des Bodens verfolgt, und warum sie dagegen die Ardennen durchschneidet; warum der Rhein sich gegen Mainz wendet und lieber einen festen Boden durchbricht, als daß er seine Richtung durch einen tiefer gelegenen und lockeren Boden verfolgt, um sich in die Weser zu ergießen; warum die Rhone, wenn sie zu Saint-Genis angekommen ist, nicht den Sandboden durchschneidet, der ihr den Weg nach Tour-du-Pin versperrt und sich plötzlich nordwärts richtet, um durch weit festere Kalkformationen ihren Weg zu nehmen. Beobachtungen dieser Art lassen sich überall machen, und es scheint, daß die großen Flüsse stets vor solchen Ablagerungen zurückgewichen sind, die gerade ihnen den geringsten Widerstand entgegensetzen.

Aus diesen Thatsachen läßt sich der Schluß ziehen, daß die Flüsse, anstatt ihr Bett, wie man sich's dachte, sich selbst gegraben zu haben, ihre Richtung ganz einfach in Kanälen nahmen, die sie schon ganz gebildet vorfanden. Man kann nun leicht auf den Ursprung dieser Kanäle zurückgehen; sie sind offenbar das Resultat der Erhebungen, welche die bis dahin horizontale Erdoberfläche uneben machten. Es ist auch in der That ganz klar, daß die unbiegsamen Schichten alsdann brechen mußten, und daß sich daher eine mehr oder weniger beträchtliche Anzahl Spalten bilden mußten, wie die im Querschnitt (Fig. 104) abgebildeten. Diese Spalten sind Thäler geworden, die nach den Umständen der Erhebung auf verschiedene Weise unter einander in Verbindung gesetzt worden sind; sie sind parallel, wenn die in einer gewissen Richtung Statt gefundene Wirkung sich hinlänglich in die Breite ausdehnt; divergirend, wenn die Wirkung sich in einem Punkte ausspricht, wie z. B. bei gewissen Maisengebirgen; endlich öfters auch senkrecht auf der Richtung der gehobenen Gebirgsketten, wie z. B. die während der Erdbeben entstehenden sekundären Spalten (Fig. 8), was besonders in dem Fall Statt findet, wenn die innere Kraft einige krystallinische Substanzen durch die Hauptspalte auszutreten zwingt. Es ist leicht einzusehen, daß die Spalten eher in den festen Substanzen als bei den sandigen Ablagerungen offen geblieben sind, weil bei diesen letzteren die Einstürze die leeren Räume allmählig auszufüllen suchen, und dies ist auch der Grund, warum die großen Flüsse die lockeren Boden, welche sie doch so leicht anzugreifen vermocht hätten, im Fall sie nicht in einer andern Richtung ein schon gebildetes Bett gefunden haben würden, gemieden zu haben scheinen. Ebenso erkennt man auch ohne Schwierigkeit in den auf einander folgenden Becken, die man in den meisten Thälern findet, und die sich uns als eben so viele Seen zeigen, die Ursache der Gebirgspässe oder Bergschluchten, durch welche die Wasser abfließen; auch dies sind noch Spalten, die sich besonders in den festen Massen mußten geöffnet haben.

Daraus dürfte man jedoch nicht den Schluß ziehen, daß die Gewässer niemals einen Einfluß auf die Gestaltung der Thäler gehabt haben. Es ist im Gegentheil anzunehmen, daß bei den Ereignissen, die in einem Augenblick den Boden aufgerissen haben und plötzlich die darin angesammelten Gewässer ableßen

ließen, sich Wasserströme von fürchterlicher Gewalt erzeugt haben, welche, indem sie alle durch die Erhebung zerbrochene Theile mit sich fortrissen und zertrümmerten, die Passagen, die ihnen dargeboten waren, veränderten. Ohne Zweifel haben alle diese, mit ungeheurer Geschwindigkeit fortgeführten Trümmer in sämmtliche Felsen, die auf ihrem Platze zurückgeblieben sind, starke Furchen gegraben, und zur Erweiterung und Vertiefung der Bergschluchten, welche der Bruch zu bilden begonnen hatte, bedeutend beigetragen; Zeugnisse davon sind die Abnützung der Felsen und die Furchen, die wir an den Seiten der Thäler in der Richtung der Blöcke gewahren, welche zur Zeit dieser großen Convulsionen der Natur weit hingeführt wurden. Dem größten Theil unserer Thäler ist offenbar erst später ihre Form gegeben worden, und nur die zuletzt erschienenen, wie z. B. in den Wallisseralpen, in den Andes ꝛc., bewahrten deutlichere Spuren von ihrer ersten Entstehung auf.

Auch ist es wahrscheinlich, daß gewisse Thäler, die durch lockere und zum Zerbrechen wenig geeignete Boden, ganz und gar durch die Gewässer hervorgebracht wurden. Die Thäler, denen man einen solchen Ursprung zuschreiben kann, bieten Charaktere dar, die von denen der vorigen sehr verschieden sind: einerseits verfolgen sie in ihrer Richtung die natürlichen Abhänge; anderseits weichen sie in der Nähe solcher Massen, die einen größeren Widerstand darbieten und um welche sie sich winden, von ihrer Richtung ab, und bleiben beständig auf lockeren Ablagerungen. Dies sind z. B. die Thäler, welche die großen Ablagerungen von Gerölle durchfurchen, die sich am Fuße der Ofalpen, in Presse, in der Niederdauphine, in der ganzen Länge des Rhonethales und in dem Thale der Durance finden. Die meisten unserer großen Flüsse haben ihr Bett in alten Alluvialbildungen (Fig. 105), die von den sich gegenwärtig bildenden

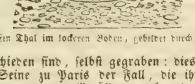


Fig. 105. Ein Thal im lockeren Boden, gebildet durch Ausspülung.

sehr verschieden sind, selbst gegraben: dies ist z. B. bei der Seine zu Paris der Fall, die ihr Bett in eine Ablagerung von Gerölle gegraben hat, welches von dem Kies, der sich gegenwärtig ablegt, sehr verschieden ist.

Man sieht nun, daß es Thäler von verschiedenem Ursprunge zu unterscheiden gibt, und daß man sie auf drei Hauptarten zurückführen kann.

1) Spaltungs- oder Kluftthäler. — Dies sind solche Thäler, welche aus den Spalten von allen Dimensionen, und manchmal von kolossaler Größe, gebildet während der Erhebungen, welche unseren Continenten ihr gegenwärtiges Relief gaben, entstanden sind. Sie zeigen meistens steile Abhänge, an welchen man die Bruchflächen der gebrochenen Schichten wahrnimmt, und wo die vorhehenden Winkel der einen Seite oft den einspringenden Winkeln der andern Seite entsprechen. Die Kreise, in welchen sie häufig in der Höhe zu Ende gehen, oder die Kreise, durch welche sie in ihrem Längsverlaufe getheilt werden, sind eben so viele Erhebungskrater, wovon die meisten entweder durch die gehobenen Schichten, oder durch die Barancos, die sie darbieten, sehr charakterisirt sind. Die Thäler der Ardennen, der Vogesen, der Alpen, der Pyrenäen ꝛc., liefern uns schöne Beispiele dieser Bildung; die meisten aber sind weit mehr verändert durch die zerfressende Wirkung der Gewässer, die zu verschiedenen Zeiten Statt fand: dies ist z. B. bei den Thälern der Fall, die auf dem Centralplateau von Frankreich, in Limousin, der Auvergne ꝛc., Furchen bilden.

Man hat auch Sturzthäler unterschieden, doch scheinen keine zu bestehen, deren Entstehung bloß den Einstürzen zugeschrieben werden kann. Die Einstürze wechseln häufig mit den Erhebungen ab; und sowohl die Thäler als die Erhebungskrater können zugleich die eine und andere Wirkung zeigen, die besonders in den Ringthälern, welche sich in ihrer Längsrichtung oder an ihrem oberen Ende finden, Statt gefunden haben müssen.

2) Gebogene oder faltenförmige Thäler. — Diese sind durch zwei benachbarte Erhebungen entstanden, wodurch die Schichten auf beiden Seiten gehoben worden sind, und die einen freien, leeren Raum zwischen sich ließen, wovon ihre Flächen absdann die Gehänge bilden: solche Thäler sehen wir in den hohen Partieen des Jura (Fig. 101). So nehmen z. B. mehrere Flüsse ihren Lauf in Thälern, die aus zwei entgegengesetzten Erhebungen des Bodens entstehen: dies ist z. B. bei der Loire, hinter Briare, der Fall, wo sie plötzlich unter einem rechten Winkel von ihrer Richtung ablenkt, indem sie sich in eine Vertiefung der eben beschriebenen Art ergießt.

3) Entblößungsthäler. — Sie sind auf lockerem und erweichbarem Boden, wie die Schluchten, gebildet worden, welche die durch Gewitter entstandenen Ströme vor unsern Augen erzeugen, indem sie die Substanzen, aus denen der Boden bestand, mit sich fortreißen. Auf diese Weise sind die letzten eingeengten Thäler der großen Flüsse gebildet worden, und ebenso rühren auch die Veränderungen des Beites, die wir an einigen Flüssen bemerken, von den Ausspülungen her, die bei bedeutendem Steigen des Wassers immer Statt finden.

§. 87. **Ursprung der Höhlen.** — Die Bildung der Höhlen ist noch eines jener Phänomene, die man der Wirkung des Wassers beigemessen hat; aber obgleich man in gleicher Höhe mit der Meeresfläche einige Furchen und einige nicht sehr tiefe Höhlen gefunden hat, die man der wiederholten Einwirkung der Meereswellen zuschreiben kann, so kann man sich's doch schwer denken, daß große Gänge, manchmal von mehreren Meilen Ausdehnung, einzig und allein durch das Wasser, das durch sie hindurchströmt, erzeugt worden seien. Man hat schon so gut die geringe Einwirkung des Wassers auf dichte Kalksteine, wo sich die Höhlen vornehmlich finden, bemerkt, daß man glaubte, die heutzutage leeren Räume, denen wir begegnen, seien früher von Salzmassen ausgefüllt gewesen, die dann später vom Wasser aufgelöst und fortgeführt worden wären.

Anstatt seine Zuflucht zu solchen Annahmen zu nehmen, dürfen wir dagegen vermuthen, daß der erste Ursprung der Höhlen den Spalten verdankt wird, die im Innern des Bodens entstanden und hierauf durch verschiedene Ursachen verändert worden sind. Wir wissen auch in der That, daß während der Erdbeben manchmal Flüsse oder See'n plötzlich einen entweder momentanen oder immerwährenden Abfluß nehmen (§. 18, 19); dies Abfließen erklärt sich durch innere Spalten, welche denen auf der Erdoberfläche analog sind, und Kanäle gebildet haben, in welchen der Abfluß Statt gefunden hat. Dieses Phänomen äußert sich manchmal zu gleicher Zeit mit dem plötzlichen Erscheinen irgend einer reichen, mehr oder weniger entfernten Quelle; aber oft kommen die so abgeflossenen Wasser nirgends wieder zum Vorschein, daher man glauben muß, daß sie sich unmittelbar in die Meere ergießen. Alle diese Umstände erklären uns das Verschwinden gewisser Flüsse, welche nach einem mehr oder weniger langen Lauf auf der Oberfläche von der Erde verschlungen werden, sowie auch die Quellen, die wir plötzlich aus den Seiten eines

Felsen austreten sehen. Sie verklären uns die Bildung, das Vorhandensein unterirdischer Kanäle, und machen uns begreiflich, wie diese durch eine mehr oder weniger beträchtliche Erhebung trocken gelegten Kanäle die heutzutage freien, leeren Höhlen, denen wir in jeder Höhe begegnen, sowie diejenigen bilden konnten, von denen der Grund noch durch einen Wasserfaden durchzogen ist, der von den höheren Flüssen oder See'n herrührt, wovon uns Kroatien und Kärnthen Beispiele liefern.

Fig. 106. Ansicht von einem Theile der Bergkette des Puy.

Obgleich nun der erste Ursprung der meisten dieser unterirdischen Höhlen nicht mehr zweifelhaft sein kann, so muß man doch auch zugeben, daß nachher bedeutende Veränderungen in der allgemeinen Form und im Zustand ihrer Wände eingetreten sind; die abgerundeten Formen, die Abnützung und die Glätte der Oberflächen, die Furchen, die verschiedenen Aufschärfungen, und dies in allen Stellungen und Lagen, selbst am obern Theil der Gewölbe, zeigen eine zerfressende, zernagende Kraft an, deren das Wasser allein nicht fähig war. Man hat angenommen, daß diese flüssigkeit Kohlensäuregas enthalte, das auch in der That häufig aus dem Innern der Erde durch alle Spalten oder Risse, die sich darin, besonders bei Erdbeben bilden, entweicht, und daß der auflösenden Kraft dieses Gases die späteren Wirkungen zugeschrieben werden müssen.

Ablagerungen, die man der vulkanischen Thätigkeit zuschreibt.

§. 88. **Vulkanische Kegel und Lavaströme.** — Wenn wir auf der Oberfläche der Erde kegelförmigen Hügeln begegnen, die bald isolirt stehen, bald zu mehreren in einer nämlichen Richtung an einander gereiht und mit Schlacken bedeckt sind, manchmal an der Spitze kraterförmige Vertiefungen, umgeben von Rapilli, enthalten, so ist es evident, daß dies wegen der Analogie mit dem, was vor unsern Augen vorgeht, vulkanische Kegel sind, und daß wir sie als solche annehmen dürfen, wie sehr wir auch über die Epoche ihrer Thätigkeit im Ungewissen sein mögen. Finden wir auf dem Abhange der Berge, deren Beschaffenheit übrigens sein kann, welche sie wolle, schmale, lange, unten am Fuße in einer Anschwellung aufhörende Massen, die in der Mitte ausgehöhlt sind, oben in der Höhe dünner werden und in einer auf alle Weise verschobenen, verrückten Schlackenhaut endigen (Fig. 30), so können wir nicht mehr mit ihrer Entstehungsweise im Zweifel sein, selbst dann nicht, wenn jede andere Spur eines vulkanischen Ursprungs verschwunden sein würde. Schmale, mehr oder weniger lange Ablagerungen, deren Dicke je nach der Neigung des Abhanges auf dem sie sich befinden, veränderlich ist, und deren Oberfläche verschlackt oder auf verschiedene Weisen verdreht oder verschoben ist, müssen als Lavaströme anerkannt werden (§. 41, 42). Sehen wir diese Substanzen als Geschiebe, als mehr oder weniger ausgedehnte Decken, die an ihrem untern Theile dicht, an ihrem obern porös, zellig oder verschlackt sind, ferner eine beinahe glatte Oberfläche darbieten, so dürfen wir daraus schließen, daß sie sich auf einem horizontalen Boden aufgehäuft oder sich in einem mehr oder weniger flüssigen Zustand in einen Tiefgrund begeben haben. Dies sind nun offenbar Ablagerungen, die aus dem Innern der Erde in einem geschmolzenen Zustand hervorgegangen sind.

Durch solche Beobachtungen erkennt man nun wirklich die erloschenen Vulkane, hinsichtlich deren die Geschichte der ältesten Zeiten vollkommen stumm ist: so sind z. B. die in der Auvergne ungeachtet ihres Alters so frisch und so deutlich ausgesprochen, daß man sie jetzt noch zum Umfang der Gegend für bereit halten könnte. Diese Vulkane, die man nicht mit gewissen andern vulkanischen Andeutungen, von denen wir später sprechen werden, verwechseln darf, finden sich alle auf einer von Norden nach Süden gerichteten Linie, die durch Clermont geht, eine Länge von 8 Meilen haben kann und die man die Kette des Puy nennt; Fig. 106 stellt einen Theil derselben dar. Hier sprechen sich alle Eigenthümlichkeiten, die wir bei den thätigen Vulkanen angegeben haben, ebenso deutlich aus, als am Vesuv und überdies noch mit weit mehr Verschiedenartigkeit in den Verhältnissen. 60 mehr oder weniger hohe, von Schlacken gebildete oder davon bedeckte Hügel, stellen unzweideutige Krater dar, wovon die einen noch ganz sind, die andern durch den Austritt der Laven Lücken oder Scharten erhalten haben; man findet darin mitten in alten, geschleiften Kratern die Bildung neuer Kegel; ferner die durch die Gase bewirkte Zersetzung, alle Formen, alle Verhältnisse der Lavaströme, von denen uns die eine auf steilen Abhängen blos Schlackenhäute zeigen, und die andern die großen Verrückungen der Abhänge von 3 bis 5 Graden (§. 41), die sich oft weit hinaus erstrecken, darstellen; die ganze Umgegend ist von ungeheuren Ablagerungen von Rapilli und vulkanischer Asche bedeckt; endlich geht der Beobachtung nichts mehr ab, wenn man von der Feuergarbe und dem glühenden Zustand der Laven absieht.

Nicht weniger bezeichnend sind in dieser Hinsicht mehrere Theile von dem ehemaligen Vivarais und der Landschaft Velay. Zwei beinahe von Südost nach Nordwest gerichtete Linien, wovon sich die eine durch den westlichen Theil von Velay, die andere durch Nieder-Vivaray hinzieht, zeigen uns noch Kegel mit Kratern, an denen man wahre Lavaströme bemerkt, sei es nun in den Thälern, sei es auf dem Abhange der Berge. Doch gleichen die Produkte dieser vulkanischen Ströme weniger den Laven des Vesuvs oder der neuen Vulkane, als denen, die man in der Auvergne findet; sie sind seltener porös und beziehen sich meistens auf die Basalte, d. h. auf mehr oder weniger schwarze Felsarten mit einer dichten Basis von Labradorfeldspath, die schwarzen Pyroxen und fast immer Magneteisen einschließen. Sehr häufig findet man darin Peridot als kleinere oder größere Nieren, und manchmal Feldspathkrystalle, welche ihm eine Porphyrstruktur geben (s. Mineralogie, was alle diese Substanzen betrifft). Diese Lavaströme bilden gewöhnlich ziemlich dicke, häufig in prismatischen Säulen, manchmal auch in große unregelmäßige Stücke getheilte Ablagerungen — Verhältnisse, die alle eine langsame Erkaltung anzeigen. Von einem der schönsten Ströme dieser Art ist das Thal von Aulière bei Montpezat auf der Straße, die von Paul-Vivarais nach Aubenas führt, angefüllt. In der Breitenrichtung ist ein Theil davon abgerissen worden; ohne Zweifel geschah dies durch die Gewalt der Gewässer, welche er in ihrem Laufe angehalten hatte; der Rest aber ruht auf Gerölle auf, das ehemals den Grund des Flüßchens bildete: man kann hier unter der Lava eine Menge kieselförmiger Anhängsel sehen, die von dem Eintreten der geschmolzenen Masse in die Spalten des nun vom Wasser

ausgespülten Bodens herrühren. Diesen Lavastrom kann man bis zu dem Berg verfolgen, von dem er ausgegangen ist, wo man einen der schönsten Kraterkegel der Gegend findet und von dem aus man einen ähnlichen Strom auf der Seite gegen Thuepts verfolgen kann. Alle andere Lavaströme des Landes sind mehr oder weniger den vorhin erwähnten, sowohl hinsichtlich der Beschaffenheit der Substanz, als hinsichtlich der Lage ähnlich.

An den Ufern des Rheins, in den Gegenden der Eifel und von Neuwied, kommen die Vulkane mit porösen Laven und Basalten, gleichsam unter einander gemengt vor, wie wenn dadurch gezeigt werden sollte, daß sie einer und derselben Operation der Natur angehören; einige Vulkane haben sogar aus verschiedenen Schlünden bald das eine, bald das andere Produkt zu Tage gefördert, was man besonders am Feuerberge von Mosenberg sieht.

§. 89. **Verschiedenartige Basaltablagerungen.** — Wenn es einerseits Basalte als deutlich ausgesprochene Lavaströme gibt, die mit Kratern in Verbindung stehen, so gibt es auch anderseits in sehr verschiedenen Lagen durchaus analoge Stoffe. Viele derselben legen sehr ausgedehnte und oft sehr dicke Decken zusammen, die weite Plateaux bilden; andere bilden abgerissene Stücke, die in gleicher Höhe auf verschiedenen Bergen herum zerstreut liegen, sich gegenseitig entsprechen, und mit einander als Theile eines nämlichen Ganzen und als die Zeugen einer weit ausgedehnten, zerrissenen Lavadecke in Verbindung zu sein scheinen. Auch solche finden sich, welche isolirte Massen, mitten auf einer Ebene stehende Hügel bilden, die manchmal sehr entfernt von jeder andern Bildung dieser Art sind. Endlich findet man sie auch als mehr oder weniger mächtige Gänge, die bald im Boden eingeschlossen sind, bald sich da und dort wie eine Mauer erheben (§. 43), oder verschiedene in einer Reihe hinter einander liegende Hügel darstellen.

Alle diese Anordnungen der Basaltablagerungen kommen manchmal in einer und derselben Gegend zu gleicher Zeit mit der Form eines Stromes beisammen vor, wie man es in Velay, in Vivarais und an den Ufern des Rheins sieht. Dagegen findet sich sonst wo, wie z. B. im südlichen Frankreich, in verschiedenen Theilen von Deutschland und an vielen Orten nicht die geringste Spur von vulkanischen Kegeln oder Strömen. Doch zeigt in allen Fällen das vorherrschende Gestein deutlich die allgemeinen Merkmale der Basaltströme und scheint ohne Unterschied auf jeder Bodenart selbst auf fruchtbarer Erde, wie z. B. in einigen Theilen des Plateau von Mirabelle in den Coyrons aufzuruhen.

§. 90. **Basaltdecken.** — Die Basaltdecken erinnern nothwendig an die großen Lavadecken von Island, besonders an die von der im Jahre 1783 Statt gefundenen Eruption; übrigens zeigen sie alle Charaktere der Laven, welche entweder auf horizontalem Boden aufgehalten worden sind oder Tiefen ausgefüllt haben (§. 41, 42). Der untere Theil ist dicht, krystallinisch und am häufigsten in senkrechte prismatische Säulen getheilt (Fig. 107); dagegen

Fig. 107. Prismatische Basalte und darüber gelagerte poröse Basalte.

ist der obere Theil porös, zellig, unregelmäßig getheilt, endigt in einer ebenen, nahezu horizontalen Fläche. Wenn die Masse aus mehreren Lagen besteht, so sind die Trennungsflächen aus kleinen Lavillischichten gebildet; in der Regel lassen sich bei ihnen Abwechslungen der dichtern Substanz mit der porösen unterscheiden, welche alsdann jeden einzelnen Erguß bezeichnen.

Schon diese Charaktere können keinen Zweifel mehr über den vulkanischen Ursprung dieser Ablagerungen übrig lassen; aber es bestehen noch mehrere andere. Wenn man unter die Basaltdecken, wie z. B. in dem Falle gelangen kann, wo sie auf lockerere Bildungen aufruhen, so sieht man fast immer, daß der untere Theil der Masse eine Menge Anhängsel oder Fortsätze darstellt (Fig. 108), welche in diese

Fig. 108. Basaltfortsätze in untergelagerten Gesteinen.

Gesteine eindringen und eine flüssige Masse andeuten, die sich in den Spalten ausgeformt hat. Der Boden, worauf die Masse liegt, findet sich oft mehr oder weniger tief calcinirt, und die von ihr eingeschlossenen Pflanzenreste sind verkohlt.

Auch findet man oft auf der Oberfläche dieser Basaltdecken Stellen mit Verschlackungen, ferner eigenthümliche Auflöhungen oder Blasen und selbst kraterförmige Eindrücke, gegen welche sich die geschmolzene Masse in einem gewissen Moment vor ihrem Festwerden zurückzog. Dies bemerkt man in vielen abgerissenen Basaltstücken der Plateaux der Auvergne und besonders in dem weit ausgedehnten Plateau der Coyrons in Vivarais.

Alle diese Charaktere können keinen Zweifel mehr über den Ursprung der Basaltdecken oder der abgerissenen Stücke derselben lassen. Es ist zu vermuthen, daß einst diese Substanzen aus gewissen Spalten gekommen sind und sich auf horizontalen Flächen ausgebreitet haben. Die kraterförmigen Vertiefungen, die man zuweilen darin findet, sind vielleicht die Hauptpunkte des Auswurfes, gegen welche die flüssige Masse im Momente sich eingesenkt hat, wo die Säule aufgehört hat, durch die innere Kraft gehoben zu werden.

Alles, was wir gesagt haben, vereinigt sich zu dem Beweise, daß sich die Basaltdecken auf einem merklich horizontalen Boden ausbreiteten. Wenn man sie gegenwärtig zuweilen auf mehr oder weniger geneigten Abhängen, die sogar 8°, 10° bis 15° erreichen, findet, so muß man annehmen, daß sie erst nachher gehoben worden sind, weil Ströme geschmolzener Massen auf solchen Abhängen keine ebene Oberfläche und keine gleichförmige Dicke haben können. Wir haben auch in der That (§. 41) gesehen, daß sich die Laven auf solchen Abhängen, deren Neigung mehr als ½ Grad beträgt, nicht aufhäufen können, und daß diese Abhänge sogar noch schwächer sein müssen, wenn die geschmolzenen Massen sehr flüssig sind, wie dies z. B. beim Basalt in Betracht der krystallinischen Beschaffenheit seiner Hauptmassen der Fall gewesen zu scheint. Wenn wir an vielen Orten, z. B. am Cantal, Mont-Dore, im nördlichen Theil der Auvergne, geneigte Basaltdecken finden, so gewahren wir auch

eine Menge Umstände, welche Erhebungen des Bodens nach ihrer Bildung anzeigen.

§. 91. **Der Basalt als Hügel oder Basaltkuppel.** — Diese Hügel sind verschiedener Art: es gibt solche, die sich als Ueberreste einer ausgedehnten und theilweise zerstörten Basaltdecke und als einige wenige Zeugen dieser Decke zeigen; die Hauptmasse des Hügels gehört alsdann der einen oder andern Gebirgsart an, und bloß die Spitze ist basaltisch. Was dagegen andere betrifft, so besteht der ganze Hügel aus Basalt und der Fuß desselben verliert sich in Sand- und Trümmermassen, welche zu sehen verhindern, was darunter stattfindet; endlich stehen einige andere, wie wir bald sehen werden, mit Gängen in Verbindung.

In sehr vielen Basalthügeln der einen oder andern Art findet man eine ähnliche Zusammensetzung, wie bei den bereits erwähnten Basaltdecken: d. h. man findet eine oder mehrere dichte, feste Schichten, die mehr oder weniger krystallinisch sind, ziemlich häufig in vertikale Prismen getheilt sind, und dann eine obere, poröse, zellige, verschlackte Schichte. Manchmal fehlt die dichte Masse und der ganze Hügel besteht dann aus Schlacken; wo anders findet sich das Gegentheil, und der eigentliche Basalt ist die einzige sichtbare Substanz. Selten stellt die Oberfläche, welche die Spitze bildet, jene verschlackten Stellen dar, die man in einigen Plateaux findet.

§. 92. **Der Basalt als Gänge, oder Basaltgänge.** — Häufig zeigt sich der Basalt mit allen seinen Charakteren als Gänge; das Centrum von Frankreich, wo sich die vulkanische Wirkung so häufig ausspricht, so wie auch die Ufer des Rheins, bieten viele Beispiele davon dar. In der Regel ist die Gangmasse dicht oder unregelmäßig gespalten, aber häufig findet sie sich auch in senkrechten, gegen die Wände der Spalte stehenden Prismen getheilt, welche alsdann die Erkaltungsflächen werden (Fig. 109); dies ist etwas dem Aehnliches, was wir schon (§. 42) in den großen Lavaströmen bemerkten, deren Masse, wenn sie auf einem horizontalen Boden, welcher ihr dann die Hitze entzieht, angelangt ist, sich in senkrechte Prismen absondert. Die Substanzen dieser Gänge sind selten verschlackt; und dennoch findet man einige Beispiele davon: so in Vivarais, Velay und der Auvergne; namentlich bei Mürat am Fuße des Cantals. Meistens setzen sich die Basaltgänge

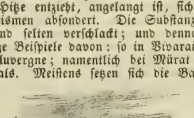


Fig. 109. Ein Gang von prismatischem Basalt.

Fig. 110. Basaltgänge von Villeneuve-de-Berg.

bis zur Oberfläche des Bodens fort, wo sie alsdann zu Tage streichen. Häufig endigen sie, wie in Fig. 110, nach oben auch als dünne, spitzig auslaufende Massen; manchmal sind diese Trümmer gablig und verlieren sich in dem Gesteine, das sie durchziehen. Dieser Umstand ist sehr wichtig, weil er zuverlässig anzeigt, daß die Basaltmasse nicht von oben eingedrungen ist und daß sie nur das Ergebniß einer Einsprizung von innen nach außen ist. Manchmal gleitet der Gang zwischen zwei Schichten hin, denen er dann auf eine mehr oder weniger große Ausdehnung hinaus folgt; oder wirft er, indem er sich verzweigt, einen Theil seiner Masse in den Zwischenraum und läuft endlich keilförmig aus, oder verbreitet er sich daselbst in allen kleinen Rissen des Gesteins.

Einer der interessantesten Punkte, den man finden könnte, um eine deutliche Vorstellung sowohl von dem Ursprung der Basaltgänge, als von den Wirkungen, die sie haben erzeugen können, zu erhalten, kommt in der Landschaft Vivarais oberhalb der kleinen Stadt Montpezat vor, wo wir bereits (§. 88) einen der größten Eruptionskrater angegeben haben. Hier findet man am Ausgange eines Engpasses zwischen zwei steilen Bergen einen Kreis, umgeben von Granitbergen, die gegen das Innere dieses Kreises steil abfallen; in der Mitte erheben sich drei Schlackenkegel. Der Granit ist hier in allen Richtungen zerklüftet und von Basaltgängen durchschnitten, wovon die einen ziemlich bedeutend, die andern sehr dünne sind, und deren Masse bis in die kleinsten Risse eingedrungen ist, was zugleich die große Flüssigkeit und die Kraft, mit der sie fortgestoßen wurde, anzeigt. Einer der großen Gänge läuft genau in der Richtung eines außerhalb des Kreises gelegenen Basaltstromes, den man aus dem Granit herausreißen sieht und der seine Richtung nach Montpezat nimmt.

Nicht selten gewahrt man auf der Richtung der Basaltgänge, die man auf der Oberfläche des Bodens zu Tage streichen sieht, verschiedene isolirt stehende Hügel (Fig. 111), wovon mehrere in gewissen

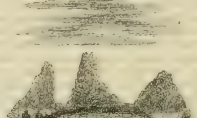


Fig. 111. Basaltberge auf der Richtung eines Ganges.

Abhänden auf einander folgen und nichts Anderes zu sein scheinen, als partielle Auswürfe, wie z. B. die Kegel, die sich bei den neuern Ausbrüchen auf einer und derselben Spalte bilden (§. 40). Gewöhnlich bestehen sie beinahe ganz aus Schlacken, doch findet man auch solche, die aus reinen Basalten gebildet sind. Manchmal liegen die Basalte, anstatt Berge oder Hügel zu bilden, in Form mehr oder weniger dicker Kuchen zu Tage (Fig. 112), die man auch die

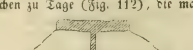


Fig. 112. Ein Gang, der in ein Plateau ausläuft.

und da auf der Richtung der Gänge findet. Alle diese Verhältnisse, wovon man ziemlich viele Beispiele in Unter-Vivarais, besonders gegen Rochemaure, Villeneuve-de-Berg u. s. w. zu, und in den Gebirgen, welche diese Provinz von Velay scheiden, sieht, suchen uns die Bildung der einzeln stehenden

Hügel, so wie die Hügelreihen, zu erklären, die sich in sehr vielen Lokalitäten finden, wo die innern Gänge die und da einigen Ausgängen begegnet sind. Wir finden hier noch den Ursprung einiger Basaltplateaux, und sogar von solchen, die heutzutage keine Spur mehr von einem Vulkane zeigen (§§. 89, 90), weil man sie auf den Abhängen der Berge mit Gängen von gleicher Natur, die das ganze innere Gestein durchziehen, in Verbindung sieht.

§. 93. **Einwirkung der Basalte auf ihre Nebengesteine.** — Zu allen Beweisen, die wir von dem vulkanischen Ursprung bis jetzt gaben, kommen noch mehrere andere hinzu, welche aus der Wirkung der Basalte auf die Substanzen, mit denen sie in Berührung sind, hervorgehen. Wir haben bereits von der Calcination der Thonarten, auf denen sie aufruhen, und von der Verkohlung der Pflanzenüberreste gesprochen; aber wir müssen noch hinzufügen, daß die von Basaltgängen durchzogenen Granite bedeutend verändert sind, daß die Theile solcher Gesteine, welche im Basalt eingeschlossen sind, sich manchmal an ihrer Oberfläche geschmolzen finden, und daß darin der Quarz und Feldspath geritzt, manchmal von einer verglasten Substanz umschlossen und durchdrungen sind, was man am Bulkan von Pal sowohl in den Schlackenhügeln, als in den Gängen und dem Basaltstrom sieht. Die in Berührung mit dem Basalte stehenden, oder von seinen Gängen durchschnittenen Mergel, erdigen Kalke, und besonders die Bruchstücke dieser in die Basaltmasse eingeführten Substanzen werden in einen dichten Kalk umgewandelt, gerade wie wenn sie unter einem starken Druck und bei einer hohen Temperatur in dem von James Hall angestellten Experimente erhitzt worden wären. Dies sieht man zuweilen bei Villeneuve-de-Berg, auf dem Plateau von Mirabelle, in den Coyrons u. s. w. Wo anders sind diese Kalksteine außerdem noch zu eigentlichen Dolomiten geworden (s. Mineralogie), die sich übrigens von der umgebenden Masse durch ihr langsames Aufbrausen unterscheiden. Man findet sie zu Rochemaure und Chenavari in der Nähe der Dikes, und in höherem Maße um die Basaltablagerungen von Lodève und auf verschiedenen Punkten des Plateau's von Larzac, wo die Dolomitbildung von der Gegenwart dieser vulkanischen Produkte herzurühren scheint. Wenn die Basaltgänge Kohlenablagerungen durchschnitten haben, so werden die Thone calcinirt, die Kohlen ihres Bitumens beraubt und nehmen eine fraglige Struktur an, wie z. B. am Meisner in Hessen.

§. 94. **Ausdehnung der Basalte.** — Die Basaltdecken, Basaltberge und Basaltgänge sind auf der Oberfläche der Erde weit verbreiteter als sämmtliche bestimmte Lavaströme, was ohne Zweifel von der Art und Weise ihres Ergusses herkommt. Es hat sich dann kein vulkanischer Mittelpunkt gebildet und die innere Thätigkeit hat sich in solchen Punkten, wo der Widerstand am schwächsten war, durch Risse geäußert, die da und dort den Auswürfen einen Durchgang gestatteten. In Frankreich findet man Basalte von dem nördlichen Theile der Auvergne bis zu den Ufern des mittelländischen Meeres über Montpellier, und als isolirte Stücke sogar über Toulon hinaus; an den Ufern des Rheins erstreckt sich die Gesammtheit der Basaltablagerungen von den Ardennen bis über Cassel hinaus und setzt sich ostwärts in Sachsen, Böhmen u. s. w. fort. Island besitzt deren eine große Menge; auch sind diese Felsarten auf den Antillen, auf St. Helena, auf der Insel Ascension u. s. w. und auf den meisten Inseln des Südmeeres vorherrschend.

Die Basaltbildungen sind überall und zu allen Zeiten in Folge des Strebens der Hauptfelsen, sich in langen Prismen zu theilen, deren manchfaltigen Verhältnisse in ihrer Stellung oder Anordnung oft die Bewunderung der Beschauer erregt haben. Hier laufen sämmtliche Prismen an der Spitze des Basaltberges, der wie ein Garbenhaufen aussieht, zusammen; dort stellen sie prächtige Colonnaden dar, die ein äußerst pittoreskes Ansehen haben: wiederum an einem andern Orte stellen sämmtliche, in einer nämlichen Höhe abgebrochenen Säulen Pflaster dar, die aus regelmäßig zusammengefügten Stücken bestehen, sich auf einem mehr oder weniger beträchtlichen Raume ausbehnen und manchmal amphitheaterartig übereinander liegen. Die Größe und das imposante Aussehen dieser Pflaster hat ihnen den Namen Riesenpflaster oder Riesendämme gegeben.

Schon seit langer Zeit hat man Irland wegen seiner ungeheuren, pittoresken Riesendämme angeführt; aber auch Frankreich weist in der Landschaft Vivarais ebenso merkwürdige Sachen auf, besonders zwischen Vals und Entraigues an den Ufern des kleinen Flusses Volant, wovon die Figur 113 einen Theil darstellt. Die Colonnaden von Chenavari bei Rochemaure (Fig. 107), die Dikes, die sich bei dieser Stadt finden (Fig. 111), und eine Menge Verhältnisse jeder Art sind unserer Aufmerksamkeit nicht weniger würdig.

Ein Umstand, den wir nicht vergessen dürfen, wird uns durch die Ausböhlungen oder Vertiefungen geliefert, die manchmal mitten in den Basaltmassen oder den Trappgebilden (s. Mineralogie, die Gruppe der Feldspathe), welche ihnen am meisten

Fig. 113. Der Basaltdamm am Flusse Volant (Ardèche).

Fig. 114. Die Grotte zu Bertrich-Baden.

gleichen und wovon einige sehr merkwürdige Grotten darbieten, vorkommen. Am berühmtesten ist die Fingalsgrotte, auf der Insel Staffa mitten in Trappgesteinen gebildet, die hier in äußerst regelmäßigen prismatischen Säulen getheilt sind. Auch im eigentlichen Basalt finden sich deren, so z. B. einige in Vivarais; und eine ziemlich berühmte steht man an den Ufern des Rheins, zwischen Trier und Koblenz, bei Bertrich-Baden (Fig. 114), deren Säulen aus runden Stücken gebildet sind, die Kähleiben gleichen, woher denn auch die im Lande übliche Benennung Käsegrotte kommt.

§. 95. **Trachytformation.** — Auf der Oberfläche der Erde existirt noch eine andere, und zwar eine sehr weit ausgedehnte Formation, die in der Auvergne den Puy-de-Dom, den Mont-Dore, den Cantal, sowie den Mezenc und den Mezgal an der Grenze von Velay und Vivarais bildet; und wiederum findet man sie auf der rechten Seite des Rheins im Siebengebirge; sie bildet ungeheure Gruppen in Ungarn, Transsylvanien, im Kaukasus, in Griechenland, wo sie sich durch die Inseln Milo und Argentiera bis zum thätigen Vulkan Santorin (§. 30) fortsetzt; auch findet man sie auf den lipparischen Inseln, in Campanien, in den euganeischen Bergen. Die Azoren, die canarischen Inseln, der unter dem Aequator gelegene Theil von Amerika, Innerasien, mehrere angrenzende Inseln bis Kamtschatka hinauf bieten gleichfalls ungeheure Ablagerungen dieser Gesteine dar.

Diese Formation zeigt nicht mehr bloß einzeln stehende Kegelberge, Ströme, in schmalen Streifen bestehend, und Decken, die auf der Erdoberfläche herum zerstreut liegen; die Gesteine, aus denen sie besteht, setzen mächtige und in der Regel zu sehr ausgedehnten Gruppen vereinigter Berge zusammen, die sehr hohe Massen, gewöhnlich die höchsten der Gegend, bilden und mit erhabenen Punkten oder Unebenheiten bedeckt sind; ihre Abhänge sind durch tiefe Thäler und Schluchten mit schroffen Wänden und mit allen Eigenschaften hoher Gebirgsketten zerrissen. Durch alle diese Umstände bildet die Trachytformation einen ungeheuren Contrast mit den bis jetzt erwähnten vulkanischen Gebilden, und werden deßwegen auch im Augenblick unterschieden, obgleich ein tieferes Studium darin verschiedene Beziehungen mit den Basalt- und Lavaablagerungen erkennen läßt.

Die Gesteine, woraus die Trachytformation besteht, sind außerordentlich verschiedenartig, da jeder Berg gleichsam eine besondere Art darbietet. Die meisten dieser Gesteine lassen sich, wie schon ihr Name anzeigt, rauh, scharf anfühlen, weil sie gewöhnlich fein poröse, manchmal schwammig, verschlackt und bimssteinartig sind; indessen gibt es auch solche, die vollkommen dicht sind und eine porphyrartige Struktur zeigen, häufig mit grauen, rothen, braunen und schwarzen Farben, zu denen noch weiße Albit- und Ryacolithkrystalle kommen. Auch finden sich mehr oder weniger erdige, gewöhnlich lichtfarbige, die man noch speciseller mit dem Namen Domite bezeichnet, weil der Puy-de-Dome daraus besteht. Die Basis aller dieser, durch die Säuren nicht angreifbaren Gesteine ist der Albit und Ryakolith (s. Mineralogie), und besteht aus einer Menge unter einander gemengter, mikroskopisch kleiner Krystalle, deren Gesammtheit eine mehr oder weniger feste Masse bildet. Die eingesprengten Substanzen sind der Albit in mehr oder weniger großen Krystallen, der Ryakolith, der schwarze Glimmer, die Hornblende, selten der Augit (dies über alle diese Mineralien in der Mineralogie nach). Auch finden sich manchmal Quarzkrystalle und kleine Calcedonnieren darin, besonders in einer gewissen sehr hübligen, schwammigen Art, die man bis jetzt nur in Ungarn gefunden hat, deren Masse auch viele kleine gestreifte und concentrisch runde Perlsteinkörner einschließt.

Gewisse Gesteine, die eine größere oder geringere Aehnlichkeit mit gewissen Abänderungen des Trachyts haben, aber darin von diesen verschieden sind, daß sie theilweise von Säuren angegriffen werden und einen Rückstand von Ryakolith zurücklassen, nennt man Klingsteine oder Phonolithe. Diese Gesteine zeigen sich in der Regel als dichte, gräuliche oder grünliche, manchmal porphyrartige Mineralien, in welchen aber die eingesprengten Substanzen selten sind. Die Klingsteine sondern sich häufig in mehr oder weniger dicken Platten oder Plättern ab, und in gewissen Fällen ist die ganze Masse in prismatischen Säulen getheilt, die öfter divergirend und gewunden als vertikal sind. Man hat zuweilen die Klingsteine mit gewissen porphyrartigen Varietäten des Trachyts verwechselt, welche, abgerechnet der besondern Charaktere der Löslichkeit, beinahe dieselben Eigenschaften zeigen.

Auch finden sich im Trachyt mehr oder weniger beträchtliche Ablagerungen von Obsidian und Perlstein. Ihr Reichthum, so wie ihre Charaktere, variiren bedeutend, je nach den verschiedenen Lokalitäten; in gewissen Gegenden sind sie überwiegend, während man in andern selbst nicht einmal eine Spur von ihnen findet.

Oft erheben sich mitten auf Bergen, die aus homogenen und rein krystallinischen Substanzen gebildet sind, Hügel, die einzig und allein aus Blöcken oder aus Schlackenfragmenten bestehen, die durch poröse, dichte oder verglaste Bindemittel sehr innig mit einander verbunden sind. Diese aus Fragmenten gebildeten Substanzen, die ich früher Trachyconglomerate nannte, finden sich manchmal außerordentlich reichlich, z. B. in Ungarn und dem Cantal, und häufig sind die Trachytmassen von ihnen eingeschlossen. Oft begegnet man auch Trachytdecken von verschiedenen Varietäten, welche von einander, z. B. beim Cantal und dem Mont-Dore, durch ähnliche, aus Schlacken und Bimssteinen zusammengesetzten Substanzen getrennt sind, die man auf allen Höhen und oft bis zu den höchsten Spitzen hinauf antrifft. Aber außer diesen Ablagerungen von Fragmenten, die man selbst im Centrum der Gebirgsgruppen beobachtet, findet man auf der Außenseite derselben noch andere, die manchmal außerordentlich groß sind, bald aus bimssteinartigen Substanzen, entweder als deutliche Fragmente oder als feiner und veränderter Staub bestehen, bald Puddingsteine darbieten, wo sämmtliche Abänderungen der Trachyte entweder als Fragmente oder Gerölle, bald frei, bald durch erdige Substanzen zusammengebacken vorkommen. Diese neuen Ablagerungen scheinen ein Zerbrechen der Felsen durch die Gewässer anzuzeigen, und dies um so mehr, als man zuweilen in den feinern Partien verschiedene organische Ueberreste findet, wie z. B. in Campanien und Ungarn.

Sämmtliche von uns angegebenen Charaktere können keinen Zweifel mehr über die Entstehung der vulkanischen Gesteine übrig lassen; gewisse Varietäten der von ihnen eingeschlossenen Gebirgsarten gleichen vollkommen den Trachyten von Santorin, Ternate, der vulkanischen Ströme auf Java; die verglasten Massen erinnern an die Ströme der nämlichen Art, die man an den Seiten des Pic von Teneriffa, an den Trachytvulkanen der Andes, u. s. w. findet. Der Reichthum an bimssteinartigen Mineralien, die man um die Gebirgsgruppen herum, manchmal auf ziemlich große Entfernungen hinaus, findet und Meeresmuscheln und andere organische Reste einschließen, wie man in Ungarn und in verschiedenen Punkten von Campanien beobachtet, erinnert unabweislich an die Bimssteinausbrüche, die so oft in

unterseeischen Vulkanen bemerkt werden, so wie an denjenigen auf der Insel St. Georg, Sumbawa, u. s. w.

Häufig begegnet man auch in den Thälern und Abhängen, welche die Trachythügel darbieten, Trachytgängen, die zur Genüge erklären, wie alle diese Stoffe konnten an das Tageslicht treten. Einige stellen große Zutagstreichungen, die man auf der Oberfläche des Bodens verfolgen kann; andere laufen, nachdem sie sich senkrecht erhoben hatten, in einer dünnen Spitze in dem Gesteine aus, das sie durchsetzen, ehe sie es durchdrungen haben. Eine ziemlich große Anzahl endigt in mehr oder weniger ausgedehnten Decken, in isolirt stehenden Bergen, in besondern Anhäufungen, die mitten in irgend einer andern Ablagerung sich befinden. So verbreitern sich im Cantal gewisse Gänge, welche die durch Anhäufung entstandenen Ablagerungen durchsetzen, zu Decken über diesen oder in ihrem Innern zu Lagern, und münden die Klingsteingänge in Klingsteinberge aus, die oft gleich den Basaltbergen aus Prismen gebildet sind.

Diese Gänge erklären offenbar den Ursprung der Trachytdecken, die sich so oft in den Berggruppen dieser Formation zeigen, und ohne daß man darin irgend einen Eruptionspunkt erkennen konnte. Die Gleichförmigkeit in der Dicke dieser Decken, ihre öfters krystallinische und porphyrartige Beschaffenheit, die einen gewissen Grad von Flüssigkeit und eine langsame Erkaltung andeuten, zeigen an, daß sie sich in horizontaler Lage gebildet haben mußten (§. 41); da man sie aber häufig geneigt findet, so ist es als eine evidente Sache anzusehen, daß sie erst nach ihrer Bildung mehr oder weniger stark gehoben worden sind. Dies Alles zeigt uns der Mont-Dore, der Cantal und Mézenc, wo man die Spuren allgemeiner und partieller Erhebungen sieht, die bei einigen Gruppen Statt fanden.

§. 96. **Einzelheiten an einigen Trachytgruppen.** — Die Trachtformation ist in der nördlichen Auvergne, bei Clermont, durch den Domit charakterisirt, welcher den Puy-de-Dome, so wie die benachbarten Hügel Petit-Suchet, Clierzou, Sarcouy und einen Theil des Puy-Chopine bildet. Die Anhäufung, welche blos aus Ryakolith gebildet zu sein scheint, ist weißlich, gelblich, manchmal grau oder röthlich, gewöhnlich ziemlich fest, obgleich poröse, leicht und manchmal erdig. Sie ist ziemlich oft von Chlor durchdrungen, welcher entweicht, wenn man sie zerbricht — ein Umstand, der an die Gase erinnert, die in reichlicher Menge aus den thätigen Vulkanen ausströmen (§. 44). Nichts zeigt hier an, wie diese Dome entstanden sind; da sich aber dasselbe Gestein als Gänge im Mont-Dore und Cantal vorfindet, wo es zuweilen in kleinen Hügeln ausläuft, so ist zu vermuthen, daß es in verschiedenen Punkten auf der Richtung einer Spalte zu Tag getreten ist, und sich sogar über der Oeffnung, durch welche sie austrat, aufgehäuft hat.

Sowohl im Mont-Dore als im Cantal ist der Boden weit complicirter; es kommen daselbst sehr viele Arten des Trachyts vor; es finden sich nämlich hier granitartiger, hornblendeartiger, porphyrartiger, mit allen möglichen Modifikationen sowohl in der Quantität als Anordnung der Theile, und durch größere oder geringere Porosität: sie bilden bald einzeln stehende Berge, bald besondere Trachytdecken und selbst besondere Arten von Strömen. Sehr häufig kommen darin die Bimsstein-Schlacken und Staubauswürfe vor. Die verglasten Substanzen dringen manchmal auch darin ein, doch aber nur in geringer Menge, entweder als eine Art von Lager, die mit den Bimssteinen in Verbindung stehen, wie z. B. im Mont-Dore oder als Gänge, wie im Cantal. Die Klingsteine scheinen die neuesten Gebilde des Bodens zu sein; sie sind selbst auf die staubartigen Bimssteinablagerungen aufgelagert, auf welche das Wasser zerstörend eingewirkt hat, und durchschneiden dieselben selbst unter der Form von Gängen. Am Mont-Dore finden sie sich an der Außenseite der Berggruppe, wo sie sich an eine besondere Erhebung knüpfen; am Cantal zeigen sie sich als ziemlich zahlreiche Gänge in allen Theilen dieser Berge oder auch als kleine Hügel in dem Erhebungskrater, der sich im Centrum findet.

Der Mézenc und Mégal sind merkwürdig — einerseits durch das Nichtvorhandensein der bimssteinoder schlackenartigen Substanzen und der Flötzablagerungen; anderseits durch die innige Verbindung der Trachyte, gewöhnlich der dichten oder porphyrartigen Trachyte mit den Klingsteinen. Doch sind die letztgenannten im Allgemeinen die vorherrschenden Gesteine und geben der Gegend ihre eigenthümliche Physiognomie — eine Zusammenstellung von Pic's und Plateaux.

Man sieht, daß die Trachytgruppen hinsichtlich der Felsarten, die sie darbieten, außerordentlich veränderlich sind. In Frankreich sind die verglasten Gesteine nur wenig entwickelt; dagegen findet man, daß sie sehr häufig in gewissen Theilen der Gruppen von Ungarn, auf den liparischen und canarischen Inseln und in gewissen Theilen von Mexiko vorkommen. Ihr allgemeinster Charakter ist die gegenseitige Unabhängigkeit der verschiedenen Varietäten, von denen gewöhnlich jede für sich einen Berg oder Hügel oder auch besondere Decken, die wahrscheinlich von irgend einem Gange herrühren, bildet. Die eigentlichen Klingsteine werden durch Säuren angegriffen, sind ziemlich selten und scheinen den Basalten vorauszugehen, welche, wie sie, von den eigentlichen Trachyten unabhängig sind und sich außen herum zerstreut finden, wenn sie mit den Trachytgruppen in Verbindung stehen. In Deutschland und Schottland gibt es Klingsteine, welche mit dem Basalte verbunden sind, ohne irgend eine Andeutung oder Spur von einer eigentlichen Trachytformation.

Gewisse thätige Vulkane finden sich aufgedeckt im Trachyt: dies ist z. B. bei den merikanischen Feuerbergen der Fall, welche an der Spitze aufgerissene, geborstete Trachytdome darbieten und Obsidian ausgeworfen haben; auch auf Teneriffa, Java, Sumbawa u. s. w. kommen solche vor. Aber in Europa findet sich von so etwas keine Spur; nur am Fuße der Dome von Clermont finden wir Andeutungen von einigen schlackenförmigen Auswürfen durch den Trachyt hindurch, und zugleich bemerken wir, daß sich die vulkanischen Kegel auf der großen Linie der Verrückungen finden, deren Richtung sowohl die Trachyte als die Basalte verfolgen, und welche durch andere große Ereignisse vorbereitet worden sind.

§. 97. **Diorit, Trappgesteine, basaltische Mandelsteine** ꝛc. — Nichts ist dem Basalte ähnlicher, als gewisse schwarze Felsarten, wovon die einen zufolge der zahlreichen Uebergänge in solche Ablagerungen, wo die Elemente deutlich erscheinen, Gemische von Albit und Hornblende sein müssen, und wovon die andern ihrer Beschaffenheit nach, wenn nicht unbekannt, doch wenigstens zweifelhaft sind. die ersteren hat man **Diorite** oder **Grünsteine** genannt. Die andern sind schon lange unter dem Namen **Trapp** (Trappgesteine) bekannt, den man zuläßt, in Betracht der Unmöglichkeit, sich über ihre Natur bestimmt auszusprechen. Diese Gesteine haben sowohl hinsichtlich ihrer Lage in gewissen Lokalitäten, als auch wegen ihrer mineralogischen Uebergänge, Beziehungen mit gewissen Substanzen, die mit dem Namen **basaltische Mandelsteine** (Amygdaloide) bezeichnet werden, weil sie Mandeln von verschiedenen Substanzen einschließen; in England werden diese

Mandelsteine Toadstone und Winstone genannt, deren Natur eben so wenig bekannt ist.

Man hat genannten Gesteinen lange Zeit einen Ursprung auf nassem Wege zugeschrieben; einerseits, weil man weder in ihnen, noch in ihrer Nähe irgend eine der Eigenschaften oder Zustände findet, an die man sich gewöhnlich hält, um daraus auf eine Entstehung auf feurigem Wege schließen zu können, d. h. man findet bei ihnen nicht jene Verschlackungen der Gesteine, jene Schlackenanhäufungen, welche wir bei den Basalten und Trachyten gesehen haben; anderseits, weil sie in inniger Verbindung mit vielen andern Gebirgsarten stehen, die nicht mehr die gewöhnlichen Charaktere der auf feurigem Wege entstandenen Produkte darbieten; endlich weil man sie später in deutlich ausgesprochenen Schichten, oft mehrere Male wiederholt und sogar in den sedimentären Ablagerungen findet, woraus man alsdann den Schluß zog, daß sie einen und denselben Ursprung haben mußten. Diese Schlüsse müssen jedoch heutzutage durchaus verworfen werden, und die durch Doktor Macculloch, durch Sedgwick und Conybeare in England, Schottland und auf den benachbarten Inseln, wo die steilen Felsen an der Meeresküste diese Art von Beobachtungen besonders begünstigen, angestellten Untersuchungen haben Thatsachen vereinigt, die jetzt keinen Zweifel mehr über die entgegengesetzte Meinung übrig lassen.

Ungeachtet des Nichtvorhandenseins von verschlackten Substanzen stellen diese Felsarten und besonders die sogenannten Trappgesteine alle Eigenschaften des Basaltes dar; sie finden sich als isolirt stehende Hügel und als mehr oder weniger ausgedehnte Plateaux; ihre Masse ist oft in prismatische Säulen getheilt, die genau, wie die Basaltcolonnaden, die Riesendämme und die sonstigen Gebilde des Basaltes aussehen. Ferner finden sich diese Gesteine häufig auch als Gänge; und man bemerkt, daß sich diese Gänge oben dünn austeilen (a, Fig. 115), oder in ihrem Verlaufe kleine Verzweigungen (b) an die Gesteine, die sie durchsetzen, kleine Theile (c) abgeben, die bald isolirt sind, bald mit der Hauptmasse durch eine dünne Schnur in Verbindung stehen. Manchmal ist das Nebengestein ganz voll von diesen Verzweigungen. Diese Umstände beweisen klar, daß diese Gänge keine von oben angefüllte Spalten sind, sondern daß man sie nur als von innen nach außen eingetriebene oder eingepreßte Massen betrachten kann, die mit so viel Gewalt aufwärts gestoßen wurden, daß sie selbst in die kleinsten Risse eindringen konnten, um Felsenstücke, die man auch zuweilen in ihrem Innern findet, abzulösen und mit fortzureißen (Fig. 115, d).

Alle diese Verhältnisse sind genau dieselben, wie wir sie im Basalte beobachtet haben. Es finden sich ebenfalls davon dem Anschein nach geregelte Schichten zwischen den sedimentären; auch lehrt noch die Beobachtung, daß sie nur Verzweigungen von Gangen sind. Man sieht dies ganz deutlich bei Trotternish (Insel Sky (Fig. 116), wo ein dicker Trappgang mit einer Trappschichte, die sich nachher in drei Aeste theilt, wovon zwei keilförmig auslaufen, in Communikation steht. Es ist denn nun außer Zweifel, daß die Zwischeneinlagerung der Trappgesteine in Schichten von sandigen Substanzen das Resultat einer mehr oder weniger weit hinaus sich erstreckenden Einspritzung, einer Eintreibung zwischen die Trennung der Schichten der Flötzformation ist — ein Fall, der z. B. bei den Basalten von Villeneuve-de-Berg (Fig. 110) vorkommt. Schwierigkeiten gibt es hier bloß für das Eindringen in eine schiefe Spalte, welche sämmtliche Schichten durchschneiden würde, wie man an sehr vielen Orten sieht, weil in allen Fällen der obere Theil durch die Kraft, welche die geschmolzene Masse vorwärts stößt, gehalten werden muß.

Um die Aehnlichkeit, die zwischen dem Basalt und Trappgesteine besteht, zu vervollständigen, müssen wir endlich noch bemerken, daß die Trappplateaux mit den Basaltplateaux in Communikation stehen (Fig. 112), oder selbst die gewöhnlichen Laven (Fig. 31, 32) mit Gängen, die das ganze untere Gestein durchschneiden und gewiß die Substanz zu Tag gefördert haben.

Wenn nun diese ersteren Analogien mit den auf feurigem Wege entstandenen Gesteinen noch nicht ausreichen, so gibt es zu deren Vervollständigung noch andere. Die Trappgänge haben die Felsarten, in die sie eingedrungen sind, angegriffen; sie haben hier Kohlenablagerungen durchschnitten, wodurch diese Substanzen da, wo sie mit dem Gange in Berührung standen, ihren Harzgehalt eingebüßt haben und in Löschе und Cokе verwandelt worden sind, was man in mehreren Punkten von Staffordshire sieht. Wo anders sind die von ihnen durchschnittenen Kalke bis auf eine gewisse Entfernung vom Berührungspunkt krystallinisch, körnig geworden, und enthalten Granaten, Augite, Hornblende, Analzim, den sie sonst wo nicht einschließen — so in Plasnewidd, auf der Insel Anglesey, auf der Insel Ihrey u. s. w. Die Schieferthone sind in verschiedenen Jaspis umgewandelt; die Sandsteine gehen in ähnliche Gebilde über — wie z. B. in mehreren Punkten von Schottland, und manchmal werden sie in derben Quarz umgebildet, z. B. auf der Insel Sky. Auch selbst die Gangarten scheint, indem sie verschiedene Gebirgsarten durchsetzt, den Einfluß derselben erlitten zu haben; und eine der interessantesten Thatsachen ist die Umänderung eines Trappganges in Serpentin in denjenigen Theilen seiner Masse, die sich in Kalke eingeschlossen finden; dies sieht man z. B. zu Clunie in Perthshire.

Dasselbe beobachtet man auch in den Pyrenäen bei den mit dem Namen Ophit bezeichneten Grünsteinporphyren. Düfrenoy hat dichte Kalkſteine in der Nähe jener Gebirgsarten, durch welche sie gehoben worden sind, krystallinisch, dolomitisch werden sehen. Es scheint sogar, daß diese Gesteine durch die Einwirkung der Ophite oder der Substanzen, die zugleich frei werden, in Gyps umgewandelt worden sind, denn überall begleitet sie diese Substanz, und findet sich auf der ganzen Länge der Gebirgskette an keinem andern Orte mehr.

§. 98. **Serpentin und Diallage, verschiedene Porphyre.** — Die Serpentine (siehe die Charaktere derselben in der Mineralogie), in welche wir einen Gang, der in eine Kalkablagerung eindrang, sich umbilden sahen, begleiten ziemlich häufig die Trappgesteine und Diorite; auch bilden sie sehr häufig für sich allein Gänge, um welche herum man alle bereits angegebenen Veränderungen einer Felsart bemerkt. Aber nirgends zeigen sich diese Thatsachen in größerem Maßstabe, als in Ligurien,

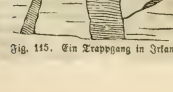


Fig. 115. Ein Trappgang in Irland.

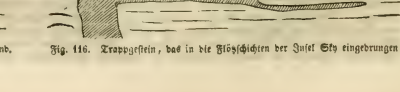


Fig. 116. Trappgestein, das in die Flötzschichten der Insel Sky eingedrungen ist.

wo die Serpentine und die Euphotide (ein Gemisch von Albit und Schillerspath: siehe die beiden Arten in der Mineralogie) auf jede Weise in die Kalkablagerungen, die der Juraperiode angehören, eingespritzt sind. Bald bilden sie Gänge, bald stellen sie mächtige Schichten dar; oft zeigen sie sich als Trümmergesteine jeder Art, welche die Marmorarten bilden, die unter dem Namen, antikes Grün, egyptisches Grün, Meergrün u. s. w. bekannt sind. Die Kalksteine nun, die mit diesen Felsarten gemengt sind, sind alle körnig, und bieten uns den schönsten Statuenmarmor, die prächtigsten, glänzendsten Marmorbreccien dar; doch bemerken wir, wenn wir sie mit Sorgfalt verfolgen, daß sie sich ganz an die dichten und mehr oder weniger erdigen Kalke, der umgebenden Gesteine, von denen sie offenbar die Fortsetzung bilden, anschließen. Die Kohlenschiefer und Sandsteine, welche mit diesen letzteren wechsellagern, finden sich in den andern in verschiedene Varietäten des Jaspis umgewandelt.

Das Auftreten der Augitfelsen, der Melaphyre und der andern Porphyre, die sich hier anschließen, hat Umstände derselben Art erzeugt; L. v. Buch hat sie schon seit lange als in Tyrol vorkommend bezeichnet und sie später in der obern Lombardie verfolgt. Auch findet man sie in der ganzen Länge der Alpen, und zeigen sich in der nämlichen Richtung in der Provence, in den Esterelgebirgen. In der Nähe dieser Gesteine, welche bei ihrem zu Tagebrechen um sich herum die Kalksteine verschiedener Formationen gehoben, verrückt, verschoben und in die anormalsten Lagen geworfen haben, findet sich Alles ganz umgestürzt. Die Kalksteine werden überall, wo sie mit diesen Porphyren in Berührung sind, auf beträchtliche Entfernungen hinaus in Dolomite umgewandelt, und zwar so, daß dieselben Ablagerungen aus einfachem Kalk in einem ihrer Theile, und aus tiefigem Dolomit in solchen Theilen bestehen, welche sich den krystallinischen Gesteinen (Fig. 117) annähern. Und

Fig. 117. Dolomitbildung aus den Kalken.

was noch merkwürdiger ist, in den wenigen organischen Ueberresten, denen man in diesen modificirten Kalksteinen begegnet, finden sich selbst die harte Schale der Muscheln oder die Madreporen von Magnesia durchdrungen: dies beweist ohne Widerspruch, daß eine erst nach der Bildung der Ablagerung Statt gehabte Wirkung die Dolomite erzeugt hat, denn es erhärten keine Muscheln, keine Madreporе, welche natürlich weder im lebenden, noch im fossilen Zustand, da, wo die Ablagerung keine Umänderung erlitten hat, Magnesia enthielten.

Die feldspathhaltigen Porphyre zeigen oft auch Charaktere, welche keinen Zweifel über ihre Entstehung auf feurigem Wege übrig lassen. Nicht nur findet man sie in allen Felsarten als Gänge, sondern sie verhalten sich auch ganz genau wie die Trachyte (§. 95), indem sie durch zersprungene Gesteine gehen, deren Fragmente sie zu Conglomerate zusammenbacken; so stehen sie oft mit den Ablagerungen sandiger Gebilden, die sie in ihrer Nähe erhärteten, in innigster Verbindung. Man sieht dies auch sehr deutlich in den Gebirgen von Esterel, in den Vogesen, in sehr vielen Punkten Deutschlands, auf der Insel Sky in Schottland u. s. w.; und damit nichts zu der Vergleichung fehle, so bemerkt man noch in der Nähe dieser Porphyre verglaste Substanzen, die wir unter dem Namen Retinit (s. Mineralogie) beschrieben haben, welche, wie die Obsidiane, in verschiedene steinartige Substanzen übergehen, ohne jedoch, wie diese, Uebergänge zum Bimsstein zu zeigen. Im Steinkohlenbecken von Arrour, südlich von Autun, sind solche Porphyre in Kohlensandsteine und selbst in die Steinkohle eingedrungen (Fig. 118); und die

Fig. 118. Ein durch Porphyre durchschnittenes Steinkohlenlager. *

verbrennliche Substanz ist in der Nähe trocken, glänzend und sehr schwammigt oder poröse geworden; der Sandstein hat sich verhärtet, und die eingeschlossenen Feldspaththeile sind gefrittet worden.

§. 99. **Granit.** — Es kann kein Zweifel mehr obwalten über die feurige Natur der vorhergehenden Felsarten, zufolge ihrer Art und Weise, wie sie in sämmtliche Arten von Ablagerungen eingedrungen sind, und über die Modifikationen, die sie in den von ihnen durchschnittenen oder gehobenen Gesteinen bewirkten. Nicht anders verhält es sich mit sämmtlichen granitartigen Gesteinen, d. h. mit den eigentlichen Graniten, den Syeniten, die ihnen dem Aussehen nach mehr oder weniger gleichen und in dieselben auf jede Art übergehen, ferner mit gewissen Gneisarten, die sich unmittelbar an die einen und andern anschließen, u. s. w. Es geht auch in der That aus einer Menge Beobachtungen, die zuerst in England durch den Doktor Macculloch bewahrheitet und später von vielen Geologen vervollständigt wurden, hervor, daß die Granite, die als massige Gesteine auftreten und sogar schon dadurch von den durch das Wasser gebildeten und gewöhnlich geschichteten Ablagerungen sich unterscheiden (§. 64), in ihrer Erscheinung sich genau wie die Trappfelsen, die Diorite und die Porphyre verhalten.

Im Thale Glen-Tilt in Schottland findet sich der Granit in Kalksteinablagerungen eingedrungen, welche mit dem Urthonschiefer (Fig. 119) wechsellagert,

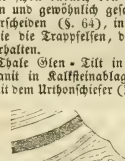


Fig. 119.

wo er manchmal die abgesonderten Theile (a) vorwärts stößt; auch im Granit selbst finden sich Bruchstücke (b) dieser Kalkfeine eingeschlossen. Manchmal sind es senkrechte Gänge, welche das Gestein entweder ganz durchschneiden oder sich darin wie die Diorite und Basalte auskeilen, was auch zugleich ein Beweis ist, daß die Masse von unten herauf gekommen ist, und daß sie mit einer großen Gewalt mußte vorwärts geschoben worden sein. Solche Thatsachen

* A Förderungsstolle; — G Kohlensandstein: — H Steinkohle; — P Porphyr.

Fig. 120.

Fig. 119 u. 120. Eindringen des Granits in verschiedene Felsarten.

zeigen sich nun nicht bloß in einem besondern Ort, sondern man hat sie auch in allen Theilen der Welt beobachtet: so in den Alpen, von Frankreich, Savoyen, der Schweiz, in Norwegen, in allen Punkten von England, in Nordamerika, am Cap der guten Hoffnung, u. s. w.

Der Zustand einer dickflüssigen Schmelzung, in welchem die Granite sich befanden, wird noch durch die Art und Weise angezeigt, wie diese Gesteine gewisse Flötzablagerungen eingeschlossen oder sich über verschiedenen Formationen, durch welche sie hindurchgedrungen sind, ausgebreitet haben. In den Steinkohlenlagern von La Pleau (Corrèze), im Südosten von Uffel, ist ein Theil der Formation von den porphyrartigen Graniten, die sich hier darüber und darunter finden, eingeschlossen worden, (Fig. 121). Die Steinkohle ist hier, wie auf dem

Fig. 121. Steinkohlenlager, in Granit eingeschlossen.

ganzen Plateau hart, und das Lager überhaupt sehr in Unordnung. An ziemlich vielen Orten findet man den Granit über sämmtlichen Flötzablagerungen von den Schiefern und den ältesten Gesteinen an bis zu denen der Juraformation liegend. Hinsichtlich dieses letzteren Falles liefern die Alpen verschiedene Beispiele, wo man die übergelagerten krystallisirten Gesteine und die darunter liegende Flötzablagerung zugleich sehen kann (Fig. 122). Endlich hat sich in

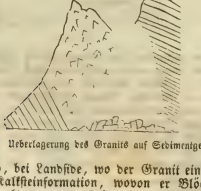


Fig. 122. Uebrlagerung des Granits auf Schiefergebilden.

Schottland, bei Landside, wo der Granit eine Masse von der Kalksteinformation, wovon er Blöcke einschließt, durchdrungen zu haben scheint, eine Breccie aus Kalk- und Granitfragmenten, die unter sich durch ein granitisches Bindemittel verbunden sind, gebildet — ein Umstand, der mit dem bei den Porphyren und Trachyten angegebenen eine Aehnlichkeit hat. Die Granite von der Bretagne, welche in Paris zu Trottoirs, Grenzsteinen, zum Piedestal des Obelisken Luxor angewendet wurden, sind häufig von eckigen Fragmenten angefüllt, die zuweilen so zahlreich sind, daß ihre Masse einer Breccie gleicht.

Die Einwirkung der Granitfelsen auf solche Gesteine, in welche sie eingedrungen sind, ist noch die nämliche, wie bei allen vorhergehenden Felsarten; der dichte Kalkstein, der Jurakalk und die Kreide werden in körnige Kalke umgewandelt, wo die organischen Ueberreste am häufigsten verschwunden sind; sie haben lebhafte Farben jeder Art — die grüne, rothe, schwarze u. s. w. angenommen, haben sich an der Berührungsstelle mit Glimmer, Granaten, Hornblende und verschiedenen andern krystallinischen Substanzen erfüllt. Oft sind sie in Dolomite umgewandelt worden, welche nirgends reichlicher vorkommen, als in den Granitbildungen, und zuweilen in Gyps, wie es die Massen dieser Substanz beweisen, von denen man das Ausgehende in gewissen Kreisen der Alpen sieht, während man auf ihrer Fortsetzung in den benachbarten Thälern nur reine und einfache Kalke bemerkt. Der Thon und verschiedene sandige Substanzen werden in Jaspis umgebildet, oder erfüllen sie sich mit den verschiedenen, bereits erwähnten Substanzen und nehmen endlich die Charaktere der Glimmer- oder Talkschiefer, was man besonders in der Tarentaise bemerkt, und des Gneißes an. Die einfachen Sandsteine der Flötzformationen sind zu Schichten aus körnigem Quarze in der Nähe granitischer Substanzen geworden. Manchmal behalten die umgeänderten schieferigen Sandsteine noch die sandige Structur bei, obgleich die Mineralien eine bedeutende Festigkeit angenommen haben; selbst die Glimmerschiefer, in welche sie übergehen, schließen noch die und da dünne Schichten von Quarzsand zwischen den Glimmerblättern ein, welche die Ueberreste alter veränderter Sandsteine anzuzeigen scheinen: dies ist schon längst von Playfair im Grampiangebirge in Schottland beobachtet worden und erinnert auch an den geringen Grad von Festigkeit, welche stellenweise die Glimmerschiefer der Maures-Berge zwischen Toulon und Antibes, sowie diejenigen darbieten, die man in Brasilien beobachtet und mit dem Namen Itakolumite bezeichnete, welche Uebergänge in alle möglichen Nüancen des Sandsteines bilden.

Die Granitfelsen, die, wie wir später deutlich sehen werden, verschiedenen Alters sind, kommen auf der Erdoberfläche außerordentlich reichlich vor, finden sich entweder in sehr hohen Gebirgsketten oder bilden abgerundete, auf ihrer Oberfläche verwitterte Hügel, und bedecken bedeutende Länderstrecken. In Frankreich sehen wir sie in einem großen Theil der Bretagne, in der Mitte des Königreichs z. B. in Limousin, in der Auvergne u. s. w., sodann in den Pyrenäen, in der Dauphiné, wo sie sich mit den Graniten der Alpen von Savoyen verbinden, im Mittelpunkt von Burgund, in den Vogesen, wo sie sich auf der andern Seite des Rheins bis in den Schwarzwald fortsetzen.

§. 100. **Erzlager, Erzgänge, Stockwerke.** — Die Dolomitbildung und die Schwefelung der Kalke, die Gegenwart verschiedener Mineralsubstanzen in den Nebengesteinen sind nicht das Einzige, was sich an den Austritt der auf feurigem Wege entstandenen Gebirgsarten aus dem Innern der Erde knüpft. Es erfüllen sich auch da, wo sich das neue und alte Gestein berühren (Fig. 123), die Ablagerungen mit verschiedenen Erzen, die entweder eingesprengt, eingewachsen oder in die Risse und zwischen die Schichten

Fig. 123. Mineralien, die an der Berührungsstelle der Granite und Kalke vorkommen.

eingespritzt, oder endlich auch in kleine, manchmal unter sich durch dünne Schnüre verbundenen Lager vereinigt sind. Dies zeigte uns Dufrenoy hinsichtlich der Eisenerze, welche in den Pyrenäen vorkommen und welche man entweder in den Kalkbänken oder zwischen diesen Flötzablagerungen und dem Granit findet, der davon die festgewordene Masse gehoben hat. Dies sieht man auch noch an sehr vielen Orten bezüglich der Erze jeder Art, die man da findet, wo sich die krystallinischen Mineralien und die verschiedenen Flötzgebilde, z. B. die Arkosen verschiedenen Alters, welche das Granitplateau des Mittelpunktes von Frankreich umgeben oder auch die Kalksteine, welche sie bedecken; man findet sie auch an der Verbindungsstelle der Granite oder Porphyre mit dem Gneiß und den Thonschiefern, die sie an sehr vielen Orten gehoben haben oder in die sie eingedrungen sind.

Dies sind nun Erzlager, die offenbar mit den feurigen Wirkungen in Verbindung stehen. Was diejenigen betrifft, die als Gänge erscheinen, so ist zuerst zu bemerken, daß man niemals Gelegenheit hatte, sie so tief zu verfolgen, daß man entdecken konnte, ob sie in der Tiefe keilförmig auslaufen, und sich daher die Spalten finden, die auf der Oberfläche aufgefunden sind, während man sie nach oben als dünne Massen, z. B. zu Joachimsthal in Böhmen und an sehr vielen andern Orten, was die kleinen Adern betrifft, die man nach und nach abgebaut hat, zu Ende laufen sah. Schon dieser Umstand veranlaßt uns zu der Annahme, daß die Erzgänge durch einen Erguß von innen nach außen, wie sämmtliche schon erwähnte steinhaltige Gänge entstanden sind. Auch stehen diese Arten von Gängen mit den andern in innigem Zusammenhang so sind z. B. zu Pontgibaud die nämlichen Gänge bald granitisch, bald metallführend; in vielen andern Orten begleiten metallführende Gänge die Porphyr- und selbst die Basaltgänge, wie in Böhmen, und wenn die beiden Mineralien sich gegenseitig durchdringen, so ist bald das eine, bald das andere vorherrschend. Anderseits findet man sehr häufig in den nämlichen Lokalitäten steinführende und zugleich erzführende Gänge, die bald mit einander parallel laufen, bald sich auf verschiedene Weisen durchkreuzen, indem sie einander auf die Seite drängen und dadurch gegenseitig mehr oder weniger ausgebrochene Rücken oder Wechsel bilden. Bald stören die steinführenden Gänge die metallführenden, bald ist das Umgekehrte der Fall: sie verhalten sich in Allem genau auf dieselbe Weise, und unmöglich läßt sich annehmen, daß sie nicht den nämlichen Ursprung haben. Auch wollen wir die Bemerkung beifügen, daß die Gänge im Allgemeinen die großen Störungslinien der Erdkruste verfolgen: so sieht man z. B. in der Auvergne die Hauptgänge verschiedener Mineralsubstanzen in der großen Störungslinie hinstreichen, durch deren Spalten sich die Gebirgskette des Puy-de-Dome erhoben hat; in den Vogesen sind sie mit dem großen Rücken, in welchem sich diese Gebirgskette endigt, parallel; endlich macht man überall die Bemerkung, daß die Gegenwart dieser Ablagerungen mit den verschiedenen Linien der Erhebungen übereinstimmt, was ihr Aufsuchen bedeutend erleichtert.

Zu den metallführenden Gängen oder Erzgängen entdeckt man den Einfluß derjenigen Gänge, von welchen sie durchschnitten sind oder welche längs ihnen hinstreichen und bis zu einer gewissen Entfernung hinaus solche Subßanzen in dieselben einführen, welche man bis dahin nicht darin bemerkte. Der Einfluß der durchschnittenen Felsart läßt sich ebensowohl an den Erzgängen, als an den Trappgängen wahrnehmen (§. 97); und schon lange ist es den Bergleuten bekannt, daß ein armer Gang in einer bestimmten Schichte plötzlich reicher wird, wenn er in einen andern tritt oder umgekehrt; daher oft die plötzlichen, günstigen Erfolge und die unvorhergesehenen ungünstigen in den Bergwerken.

Da die Erzlagerstätten meistens nur eine Anhäufung kleiner in allen Richtungen hin verlaufender Gänge Fig. 124) oder eine reichliche Einstreuung in einem Gesteine sind, das wir als auf feurigem Weg

Fig. 124. Erzführendes Stockwerk.

entstanden, annehmen müssen, so ist es klar, daß diese Ablagerungen Produkte wie die so eben erwähnten sind. Diese Erzlagerstätten, deren hauptsächlichsten Zinnerze, Kupferkies, Magneteisen führen, haben Granit, Porphyr, verschiedene magnesiahaltige Gesteine, worin sich die Erze befinden, zur Hauptmasse. Das Stockwerk von Zinnwald in Böhmen bietet einen besondern, in einen Porphyr eingeschlossenen Granit dar; das von Altenberg in Sachsen ist eine porphyrartige, in Gneiß eingeschlossene Masse. Das berühmte Magneteisenlager von Taberg in Schweden ist eine in Gneiß eingeschlossene Dioritmasse; das von Cogne in Piemont ist eine Serpentinmasse, die in kalkhaltigen Glimmerschiefer eingeschlossen ist. Diese Erzlagerstätten zeigen oft eine unbedeutende Tiefe.

Die Erzlager als geregelte Schichten sind bloß Gänge, welche der Schichtung der Formation, wie wir es bei den Trappgesteinen gesehen haben, folgen (§. 97), oder auch, wie hier oben, Ablagerungen, die sich bei der Berührungsstelle der Flötzschichten und der geschmolzenen Subßanzen, welche dieselben gehoben haben, sich bildeten.

Wir müssen uns hier nur allgemein fassen und hinsichtlich der Einzelheiten auf das Werk von Fournet, betitelt „Etudes des dépôts metallifères" verweisen. Indessen ist es doch nothwendig, daß man hier noch ein Wort hinzufügt, um einer Verwechslung der Lager und Gänge, von denen wir vorhin sprachen, mit gewissen Eisenerzablagerungen vorzubeugen, die sich in den Flötzformationen finden. Unter diesen letztern bilden die einen mehr oder weniger ausgedehnte Schichten mitten in den Kalkformationen, während die andern Spalten ausgefüllt haben, welche oben erweitert sind, nicht tief gehen und manchmal mit Höhlen in Verbindung stehen (Fig. 125); dies sind alsdann Thatsachen,

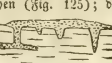


Fig. 125. Ausfüllung der Spalten von außen.

die in eine ganz andere Klasse gehören, als die oben beschriebenen, und von denen zu sprechen wir später Gelegenheit haben werden.

§. 101. **Allgemeine Folgerung; Metamorphismus.** — Aus allen diesen Thatsachen, die wir noch mit unendlich vielen andern durch die Einzelheiten, welche die zahlreichen Lokalitäten darbieten, wo man deren ähnliche beobachten kann, hätten vermehren können, muß man offenbar folgern, daß die krystallinischen Gesteine, die alle aus außerordentlich manchfaltigen und unter sich gemischten Silikaten gebildet sind, auf feurigem Wege erzeugt wurden; daß sie zu verschiedenen Zeiten sämmtliche Flötzgebilde gestört, verrückt, gehoben, und überhaupt deren Masse auf jede Art verändert haben, und daß diesen gro-

ßen Phänomenen sowohl jede sichtbare Unordnung oder Störung auf der Erdoberfläche und sämmtliche aufeinander folgende Veränderungen, deren Spuren man bei jedem Schritt gewahrt, zugeschrieben werden müssen.

Wenn man die erdigen und dichten Kalke in der Nähe jener verschiedenen Felsarten krystallinisch werden, mit verschiedenen Substanzen, die sie in einer gewissen Entfernung nicht mehr enthalten, sich erfüllen, Magnesia aufnehmen, wobei sie in allen Theilen rissig wurden, und sie mit einer größern oder geringern Leichtigkeit verwittern sah; wenn die Thonschiefer, die sandigen Substanzen in verschiedene Zusammensetzungen umgewandelt werden, Glimmer und Hornblende aufnehmen und die Charaktere der Gneiße, der Glimmer- und Talkschiefer annehmen; endlich wenn die Sandsteine feste Quarzbänke geworden sind, kann man sich alsdann darüber wundern, daß bei den meisten der gegenwärtigen Geologen die Idee von vollständigen Veränderungen, die in sehr vielen Flözablagerungen geschahen, Eingang gefunden hat, und daß man sich bei der Erklärung einer Menge Thatsachen, welche uns besonders die alten, mit dem Namen Ur- und Uebergangsformationen bezeichneten Gebirgsarten darbieten, auf diesen schon vor langer Zeit durch Hutton, Playfair und den Doktor Macculloch wahrgenommenen Metamorphismus stützt? Man kann zu der Voraussetzung veranlaßt werden, daß manchmal ein wenig Uebertreibung dabei stattfindet, so außerordentlich erscheinen die Thatsachen; aber man müßte offenbar das läugnen, was gewiß, was augenscheinlich ist, wenn man nicht zugeben wollte, daß es körnige Kalke, Dolomite, Glimmerschiefer, Gneiße, körnige Quarze, u. s. w. gibt, welche das Resultat einer an erdigen und dichten Kalksteinen, an Thon, Sand, u. s. w. die durch Niederschlag sich gebildet haben, vor sich gegangenen Veränderungen sind.

Diese Ideen, die heutzutage bezeichnender geworden sind, weil sie durch ein eigenes Wort ausgedrückt werden, sind jedoch nicht durchaus neu; es sind in der That alle geologische Arbeiten damit erfüllt, und die Thatsachen sind darin nicht weniger merkwürdig, wenn sie auch gleich in andern Ausdrücken gegeben sind. Es gibt keine Beschreibung von einer Gegend, selbst wenn auf die Zeit von Saussure, dessen Werke durch die Treue der Einzelheiten noch so merkwürdig sind, zurückgeht, wo man nicht die zahlreichen Uebergänge verschiedener sandigen Gebilde in die krystallinischen Gesteine, der schieferigen Grauwacken in die Talkschiefer, die Glimmerschiefer, und dieser letzteren in den Gneiß, oder auch den Uebergang der verschiedenen Sandsteinarten in die Granite und Porphyre, auf denen sie aufruhen ꝛc., wahrnehmen läßt. Heißt das nicht die Thatsache der Umänderungen, die wir heutzutage Metamorphismus nennen, und an die die Zeit bloß noch mehr Einzelheiten und eine größere Genauigkeit geknüpft hat, deutlich und klar angeben?

Es ist gewiß, daß, wenn man z. B. von den schieferigen Grauwacken ausgeht und seine Richtung nach irgend einem durch Krystallisation entstandenen Gebirge oder kleinen Eiland nimmt, diese Substanzen selbst einen mehr krystallinischen Charakter annehmen, und manchmal, ohne die von ihnen eingeschlossenen organischen Ueberreste zu verlieren, neue mineralische Substanzen aufnehmen: so erfüllen sich z. B. in der Bretagne diese Schiefer mit Kreuzsteinen, manchmal mit Staurolithen bei allen Granitablagerungen. Wo anders, z. B. in den Vogesen, in den Bergen des Var-Departements, sieht man sie in Glimmerschiefer, und diesen in Gneiß, welcher selbst allmählig granitisch wird, übergehen.

Diese Glimmerschiefer nun, und dann die Gneiße selbst, schließen, als ob die innige Verbindung, die man wahrnimmt, nicht hinreichte, Adern von kohlenhaltigem Schiefer, oder selbst von Graphit, und Adern von Anthrazit ein, welche an die Ablagerungen erinnern, die man weiter davon entfernt im Grauwackenschiefer findet, und welche so ausgesprochen sind, daß sie zum Aufsuchen von verbrennlichen Stoffen veranlaßt haben.

Es ist also klar, daß diese Felsarten alle, welche Unterschiede sie auch darbieten mögen, nur Modifikationen oder Metamorphosen eines und desselben Ganzen sind; und da diese Metamorphosen oder Umwandlungen in der Nähe der offenbar auf feurigem Wege entstandenen Granitfelsen, sich mehr und mehr aussprechen, so ist es auch klar, daß sie dem Einfluß dieser letztern zugeschrieben werden müssen. Der nämliche Einfluß erweist sich an den Sandsteinen verschiedener Perioden in solchen Punkten, wo sie in unmittelbarer Berührung mit dem Granit stehen: diese Modifikationen sind sogar von der Art, daß man diesen Substanzen einen besondern Namen — nämlich die Benennung Arkose — gegeben hat. Sie gehen dann in allen Nüancen in den Granit über, und füllen sich mit verschiedenen Mineralsubstanzen an, die sie anderwärts nicht einschließen; was man z. B. in den Vogesen hinsichtlich des Kohlensandsteins und des rothen Sandsteines, in den Sevennen hinsichtlich des bunten Sandsteins, in Burgund in Hinsicht des Lias-Sandsteins, im Velay in Betreff der tertiären Sandsteine sieht, die gewissermaßen die jüngsten Sandsteine sind.

In der Nähe der Porphyre zeigen die Schiefer häufig Modifikationen einer andern Art. Man sieht hier diejenigen Theile, die am meisten erdig und am deutlichsten als Sedimentgebilde ausgesprochen sind, stufenweise in mehr oder weniger feldspathartige, dichte Mineralien übergehen, welche ihre schieferige Struktur mehr oder weniger beibehalten und am Ende Feldspathbrysttalle einschließen; übrigens bilden diese nämlichen Substanzen Uebergänge in feste Thone, welche Kalksteinadern, sodann Kerne von der nämlichen Substanz einschließen und alle Charaktere der dasalischen Mandelsteine annehmen, wobei sie nur ganz allmählig ihre schiefrige Struktur verlieren: solche Beispiele liefern die Bretagne, die Ardennen, das Forezgebirge, das Lozeregebirge ꝛc.

Dieselben Erscheinungen lassen sich zwischen den verschiedenen Sandsteinen und den Porphyren, welche die Sandsteine durchsetzt haben, wahrnehmen. Die sandige Substanz wird allmählig härter, erhält eine größere Festigkeit, und schließt sich endlich auf eine solche Weise an den Porphyr an, daß man nicht weiß, wo das eine anfängt und das andere aufhört: man sieht dies in Frankreich in den Vogesen, in der Morvankette, in den Bergen des Var-Departements.

Alle diese Thatsachen gehören in der That, wenn man von einigen Details absieht, schon der alten Geologie an, und nur die Betrachtungsweise hat sich geändert. Da sich Alles zu dem Beweise vereinigt, daß die krystallinischen Substanzen auf feurigem Wege gebildet und mitten durch die Flözgebilde gestoßen worden sind, so ist uns jetzt auch klar, daß diese letzteren durch ihren Einfluß auf verschiedene Weisen modificirt, metamorphosirt worden sind — und dies um so mehr, je näher sie jenen anstehen; und nur in gewissen Entfernungen haben die Wirkungen vollständig aufgehört.

Man begreift einen Theil dieser Metamorphosen der Flözformationen durch eine einfache Wirkung der Hitze, die nicht ganz den Schmelzpunkt erreicht, aber groß genug ist, um die Textur der Massen zu verändern, und selbst die Elemente in andern Verhältnissen zu vereinigen, wie es z. B. geschieht, wenn man durch-

sichtiges Glas einer Temperatur unterwirft, die nicht stark genug ist, um es zu schmelzen, bei welcher aber neue Krystallisationsverhältnisse eintreten. Doch diese erste Idee reicht für sich allein noch nicht aus, man muß noch eine andere Wirkung annehmen, die man sich noch nicht erklären kann und wodurch besondere Substanzen in den Gesteinen, die sich in der Nähe der verschiedenen Umstürze, wovon der Erdkörper der Schauplatz gewesen ist, sich fanden, an einen andern Ort gebracht oder neu entwickelt werden konnten. Man begreift leicht die Einführung der Schwefelsäure, die sich häufig in den vulkanischen Erscheinungen bildet; aber man begreift nicht eben so die Einführung von Magnesia und verschiedener Silikate, und Alles ist in dieser Beziehung noch rein hypothetisch. Dessen ungeachtet kann man diese Thatsachen noch dem Gämenitren vergleichen, wodurch man Eisen in Stahl umbildet — eine Erscheinung, die sich nicht allein da äußert, wo das Eisen mit den Kohlentheilchen in Berührung kommt, sondern sich fernhin im Innern der Eisenmasse fortsetzt, und sogar von einiger Entfernung aus Statt findet, wie aus den Beobachtungen von Laurent hervorgeht, welcher bewiesen hat, daß der Kohlenstoff selbst durch Porzellanröhren hindurch zum Eisen gelangen kann. Auch weiß man aus seinen Versuchen, so wie aus vielen, in den Hüttenwerken beobachteten Wirkungen, daß das Eisenoxyd, die Chromoxyde u. s. w. sich verflüchtigen und in die Masse der Körper, die sie einhüllen, eindringen. Endlich ersehen wir aus den mit dem Cyanür von Gaudin gemachten Versuchen, daß die Kieselerde, die Magnesia und der Kalk gleichfalls flüchtige Oxyde sind; die erstere nach, die andern vor der Schmelzung. Dies sind nun wirklich Thatsachen, die zur Erklärung aller Erscheinungen des Metamorphismus und des Eindrängens der fremdartigen Substanzen in die Sedimentgebilde, entweder als Gänge oder als eingesprengte Massen, beitragen.

Wirkungen, die man der Ausspülung durch die Gewässer zuschreiben muß.

§. 102. **Zerstückelung der Formationen.** — Wir haben bereits gesehen, wie das Wasser durch die in ihm enthaltene Kohlensäure, durch sein Gewicht, seine erweichende Kraft und seinen Stoß, wie z. B. bei den Meereswogen, wirken und auf diese Weise unsere Continente beschädigen (§. 55 bis 61). Wir haben selbst die Bemerkung gemacht, daß sich auf sandigem Boden Thäler finden, die augenscheinlich Produkte der Ausspülung sind (§. 86), gerade so, wie die Schluchten, die sich täglich in sandigen Böden durch die Wirkung der Regenwasser bilden. Daraus kann man nun schließen, daß bei jedem der Umstürze, welche aus den verschiedenen Bewegungen des Bodens nothwendig hervorgegangen sind, die plötzlich bald auf die eine, bald auf die andere Seite geworfenen Gewässer gerade wie noch jetzt bei Erdbeben die vorher schon bestandenen Ablagerungen verwüsten, zerstückeln und sie auf alle Weise verändern mußten (§. 19). Es können also viele Umstände durch die Ausspülung der Gewässer und die Entblößungen, welche sie hervorbringen konnten, erklärt werden.

Wenn wir nun in einer Gegend mehr oder weniger zahlreich vorhandene Hügel aus Sedimentgebilden sehen (Fig. 126), deren Schichten sich gegenseitig entsprechen, so sehen wir uns natürlich veranlaßt, sie als Zeugnisse großer Ausspülungen anzusehen, welche durch die Gewässer in verschiedenen Zeiten, wovon dann die relativen Daten aufzusuchen bleiben, gemacht wurden. Auf diese Weise können wir uns aller Wahrscheinlichkeit nach sämmtliche Einschnitte, welche die Sandsteine am östlichen Abhang der Vogesen zeigen, erklären; jene so merkwürdige Vereinigung von Kegeln, von allen Formen, die man zu Adersbach in Böhmen sieht; die zahlreichen Hügel, welche Roß-Spire in Schottland bedecken; die Gypshügel der Umgebungen von Paris, die sämmtlich aus den nämlichen, auf gleicher Höhe liegenden Schichten bestehen; endlich die Zerstückelung der Basaltplateaux, welche in gewissen Gegenden die Hügel krönen, so wie auch der Bruch gewisser Lavaströme, welche die Thäler gesperrt hatten, wie z. B. die Thäler der Sioule und der Mone in der Auvergne, oder sie sogar ausgefüllt hatten, wovon wir in gewissen Theilen der Landschaft Vivarais (§. 88), wo die Ausspülung in die Breite mußte geschehen sein, da sie auf jeder Seite Zeugen zurückgelassen hat, Beispiele finden (Fig. 113).

Die Thäler, welche unsere lockeren Böden durchschneiden, wurden offenbar auf die gleiche Weise gebildet, und es ist nicht zu zweifeln, daß die meisten derjenigen Thäler, welche die festen Formationen durchfurchen, durch die Ausspülung der Gewässer nach den Rissen oder Spalten, durch welche sie entstanden, modificirt worden sind. Auf diese Weise können wir die Abrundung ihrer sämmtlichen Gehänge an sehr vielen Orten und die Ausweitung ihrer oberen Theile erklären. Die großen Seen, die sich manchmal an ihrem Ende, wie z. B. auf den beiden Abhängen der Schweizer- und Piemontieser-Alpen, finden können, der Ausspülung durch die Gewässer zugeschrieben werden, welche dieselben bei irgend einer großen Katastrophe durchströmten und mit Gewalt in der Ebene, welche sie endigt, ausmündeten.

Eine Menge anderer Thatsachen finden gleichfalls ihre Erklärung in der Ausspülung und gewaltsamen Fortführung durch die Gewässer. Wenn wir durch das Studium der sogenannten Wechsel oder Rücken im Innern der Bergwerke deutlich sehen, daß die Schichten nicht mehr einander entsprechen und daß ein Theil der Schichten emporgehoben worden sein mußte (Fig. 127), während doch der Boden a b c gleiche Höhe zeigt, so fragen wir uns natürlich, was aus den Schichten d und f geworden ist, welche zwischen b und c eine Erhöhung des Bodens bilden mußten. Es ist klar, daß diese Schichten mußten weggespült worden sein, was man nur dann begreifen kann, wenn man eine nachfolgende Wirkung der Gewässer annimmt, welche die Trümmer mit fortgerissen und vielleicht auf der Oberfläche der Umgegend wieder abgesetzt haben werden. Ebenso begreifen wir auch, wenn wir einen Gang einen Vorsprung, einen Dike auf der Oberfläche des Bodens (Fig. 33) bilden sehen, daß er sich nicht auf diese Weise bilden konnte, und daß der bloßgelegte Theil ehedem ebenfalls einge-

Fig. 127.

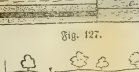


Fig. 128.

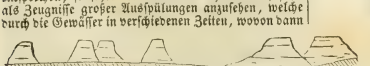


Fig. 126. Hügel, durch Entblößung erzeugt.

schlossen gewesen sein mußte; der umgebende Boden ist also erst nachher, wenigstens auf der ganzen Länge des Vorsprungs, weggenommen worden. Etwas Aehnliches hat sich in denjenigen Punkten zugetragen, wo Gänge auf der Oberfläche des Bodens auslaufen, oder auch von lockeren Substanzen bedeckt sind (Fig. 128). Es ist nicht wahrscheinlich, daß die in die Spalte eingedrungenen geschmolzenen Massen dem Boden gleich angehalten haben, vielmehr ist zu vermuthen, daß der Boden abgetragen und dann nachher durch verschiedene Trümmerhaufen wieder bedeckt worden ist. Daher ist es auch leicht begreiflich, wie so viele Basaltmassen jetzt keine Spur mehr von verschlackten Substanzen weder in ihnen selbst, noch in ihrer Nähe darbieten. Diese lose zusammenhängenden Trümmer sind ohne Zweifel erst nachher durch die Gewässer fortgeführt worden, und vielleicht waren auch die Trappgesteine bei ihrer Erscheinung von solchen verschlackten Substanzen begleitet, die dann auf gleiche Weise fortgeführt worden sind.

Die ungeheure Wirkung der Meereswogen und die Resultate, welche in unsern Tagen daraus hervorgehen, lassen uns ebenfalls glauben, daß sämmtliche abgesonderte Felsenstücke, welche überall in geringer Entfernung von den Küsten Inseln oder Klippen, oder auch Gruppen von oft seltsamem Aussehen mitten im Meere bilden, gleichfalls die Reste einiger großen, durch die Gewässer operirten Zerstückelungen, sowohl in den erweichbaren, leicht zerspaltlichen Stoffen, als in den durch die Erdbeben und die verschiedenen Bewegungen des Bodens zerrissenen Massen sind, wovon gewisse Theile entweder durch den Stoß der Wellen oder durch plötzlich eingetretene Eisbrüche nachher fortgeführt wurden.

Auf diese Weise kann man sich diese zahlreichen Zufälle der Felsen erklären, welche entweder die Küsten begränzen, oder isolirt im Meere stehen, wie es bei den Kreidefelsen von Etretat (Fig. 129) oder den Einschnitten der Porphyr- und Granitfelsen der Schetlandsinseln (Fig. 130) der Fall ist, von denen wir in Fig. 45 und 46 schon früher Beispiele gaben. Endlich begreift man auch, daß die mehr oder weniger ausgedehnten Meerengen sich nur durch die beiden zusammengesetzten Wirkungen der Wasserströmungen und der Risse haben bilden können, welche der Boden durch ein Emporsteigen oder eine Senkung zu bestimmten Zeiten erhalten konnte.

Fig. 129.

Fig. 130.

Fig. 129 u. 130. Beispiele von Felsen, die durch die Gewässer zerschnitten, zerrissen und verschiedenartig gestaltet worden sind.

Aus allen diesen Beobachtungen lernt man, daß man den Gewässern eine Menge Wirkungen zuschreiben muß, die wir nicht anders erklären konnten. Wir können ihre Zerstörungen sowohl auf den Bergen, als in den Thälern unterscheiden, können die vormaligen Meeresküsten, welche die Meere in den verschiedenen Zeiten begränzten, erkennen, und können dadurch so gut, als durch alle andern Umstände, ihre Gränzen beurtheilen. Doch muß man die unmittelbare Einwirkung der Gewässer sorgfältig auf die lockeren oder wenig zusammenhängenden Substanzen, die sich auf der Erdoberfläche befinden, beschränken; denn wenn es sich von den festen handelt, welche die Gewässer allzu langsam angreifen (§. 61), so ist es leicht begreiflich, daß die Ströme und Wogen nur dann kräftig wirken konnten, wenn der Boden durch die Risse und andere Beschädigungen, welche die Bewegungen des Bodens in den Felsen verursachen mußten, vorher dazu geeignet gemacht waren.

Bemerkungen. — Mit den durch die Gewässer erzeugten Zerklüftelungen darf man nicht gewisse Verhältnisse verwechseln, welche aus der, durch den Metamorphismus veranlaßte Zusammenziehung entstehen können. Dies findet wahrscheinlich bei den Dolomiten Statt, die an sehr vielen Orten, z. B. in Tyrol und in den Sevennen, auf den dichten Kalkstein folgen. Die Massen dieser Substanzen sind häufig durchfurcht, auf jede Art an der Oberfläche ausgeschnitten, besonders an der Spitze der Berge oder der Plateaux, beinahe wie die durch die Gewässer durchschnittenen Kalksteinablagerungen. Die Umänderung des einfach kohlensauren Salzes in doppelt kohlensaures, das specifisch schwerer ist, macht nun die Zusammenziehung der Umbildung in Dolomit unterworfenen Massen nothwendig; diese letzteren mußten sich daher in allen Richtungen spalten und zerreißen, und die Beschädigungen, welche sie und darbieten, sind nur die Folgen dieser Wirkungen.

§. 103. **Abnützung, Furchenbildung, Fortführung.** — Wenn wir die Oberfläche gewisser Berge, wie sie sich z. B. im Schweizer-Jura und in den Alpen finden, in mehr oder weniger großen Ausdehnungen abgeschliffen, gestreift und cannelirt sehen, so können wir annehmen, daß entweder an diesen Orten Gletscher existirten und daselbst analoge Wirkungen hervorbrachten, wie diejenigen, die man ihrem Herabgleiten ꝛc. (§. 60) zuschreibt, oder daß Ströme, welche verschiedene Trümmer mit sich führten, in irgend einem Momente über diese Bildungen hinwegflossen. Wenn wir in der Schweiz, in Finnland, Lappland, England, Nordamerika auf beträchtlichen Ausdehnungen Berge finden, die auf ihrer Oberfläche abgenützt, nach einer länglichen Form und einer gewissen Richtung façonnirt, und von parallelen Furchen, die oft tief gehen, durchzogen sind, so müssen wir nothwendig große Ströme annehmen, welche feste Substanzen, Fels- oder Eisstücke, die alsdann solche Wirkungen hervorbrachten, mit sich führten. So auch, wenn wir mehr oder weniger voluminöse Felsblöcke sehen, die zufällig auf jeder Art von Formation, fern von den Punkten, von denen sie hergekommen sein können, zerstreut herumliegen, müssen wir natürlich eine Fortführung durch Fluthen annehmen, im Fall sie abgerundet sind, durch Eisblöcke oder Schlammströme, im Fall ihre Ränder scharf sind, oder endlich durch Gletscher, im Fall ihre Aufhäufung, ihr Zerstreutliegen, an die Moränen (§. 57 bis 60) erinnern.

Zusammensetzung der Erdrinde.

§. 104. **Allgemeine Eintheilung.** — Aus Allem, was wir gesagt haben, läßt sich abnehmen, daß man zwei sehr verschiedene Arten von Produkten in dem festen Theile der Erde, soweit er von uns beobachtet werden kann, zu unterscheiden hat: die einen sind durch Absetzen gebildet worden, und bestehen hauptsächlich in Gerölle, Sand, Thon und Kalk, in sehr vielen Varietäten auftretend; die andern, durch eine Schmelzung im Innern der Erde entstanden, sind nach außen gestoßen worden, und stellen Granite mit allen ihren Modifikationen, außerordentlich mannigfaltige Porphyre, verschiedene dichte Gebirgsarten, und im Allgemeinen Silikate aller Art, selten allein, sondern gewöhnlich auf alle Weise gemischt, dar. Diese beiden Arten von Produkten liegen in der Natur häufig unter einander, und die ersteren erleiden alsdann fast immer Modifikationen, so daß man sie anfangs nicht von den letztern unterschied, und daß man später daraus eine Klasse von besondern Formationen bildete, in welcher alle Perioden unter einander vorkommen: dies ist die Klasse der *Uebergangsformationen* oder das *Uebergangsgebirge* — ein Ausdruck, dessen vormalige Bedeutung man in unserer Zeit vergessen muß, sowie auch den der *primitiven Formationen*, der ebenso ungenau ist.

Um die Beschaffenheit und die relativen Anordnungen oder Stellungen der verschiedenen Substanzen, aus denen die Erdrinde besteht, erkennen zu lassen, werden wir bloß die beiden vorhin erwähnten Arten von Ablagerungen unterscheiden; wir werden mit dem Sediment- oder Flötzgebirge den Anfang machen, das eine sehr regelmäßige Reihe von Formationen darstellt, wenn man von den krystallinischen Substanzen, die in verschiedenen Epochen in dieselben eingeführt worden sind, absieht.

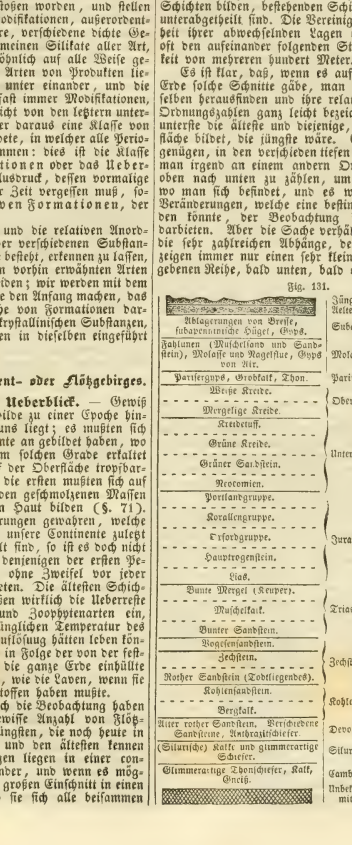
Formationen des Sediment- oder Flötzgebirges.

§. 105. **Allgemeiner Ueberblick.** — Gewiß reichen die ältesten Flötzgebilde zu einer Epoche hinauf, die sehr weit hinter uns liegt; es mußten sich deren schon von dem Momente an gebildet haben, wo der Erdkörper bis zu einem solchen Grade erkaltet war, daß das Wasser auf der Oberfläche tropfbarflüssig bleiben konnte, und die ersten mußten sich auf den Trümmern der über den geschmolzenen Massen erkalteten und verschobenen Haut bilden (§. 71). Aber obgleich wir Ablagerungen gewahren, welche im Vergleich zu denen, die unsere Continente zuletzt bedeckten, außerordentlich alt sind, so ist es doch nicht wahrscheinlich, daß wir zu denjenigen der ersten Perioden gelangten, die sich ohne Zweifel vor jeder organischen Schöpfung bildeten. Die ältesten Schichten, die wir kennen, schließen wirklich die Ueberreste verschiedener Mollusken- und Zoophytenarten ein, welche weder bei der ursprünglichen Temperatur des Meeres, noch in der Salzauflösung hätten leben können, die das Meer damals in Folge der von der festgewordenen Rinde, welche die ganze Erde einhüllte und gerade so wirken mußte, wie die Laven, wenn sie erkalten, freigewordenen Stoffen haben mußte.

Wie dem auch sei — durch die Beobachtung haben wir ganz deutlich eine gewisse Anzahl von Flötzformationen zwischen den jüngsten, die noch heute in ihrer Bildung fortfahren, und den ältesten kennen gelernt. Diese Ablagerungen liegen in einer constanten Ordnung über einander, und wenn es möglich wäre, einen hinlänglich großen Einschnitt in einen Theil des Erdkörpers, wo sie sich alle beisammen fänden, zu machen, so würde man die Formationen in der Aufeinanderfolge finden, wie sie in der Figur 131 dargestellt ist, wo man 27 Hauptstufen sieht, die sich durch verschiedene Charaktere unterscheiden. Aber man muß nicht außer Acht lassen, daß sich jede dieser großen Bildungen häufig in verschiedene, mehr oder weniger deutliche, gewöhnlich aus sandigen Substanzen, aus Thon und Kalk, die verschiedene Grade von Consistenz darbieten und mehr oder weniger dicke Schichten bilden, bestehenden Schichten abgetheilt und unterabgetheilt sind. Die Vereinigung, die Gesammtheit ihrer abwechselnden Lagen oder Schichten gibt oft den aufeinander folgenden Stufen eine Mächtigkeit von mehreren hundert Meter.

Es ist klar, daß, wenn es auf der Oberfläche der Erde solche Schnitte gäbe, man alle Schichten derselben herausfinden und ihre relativen Alter mit den Ordnungszahlen ganz leicht bezeichnen könnte, da die unterste die älteste und diejenige, welche die Oberfläche bildet, die jüngste wäre. Es würde alsdann genügen, in den verschieden tiefen Einschnitten, denen man irgend an einem andern Orte begegnete, von oben nach unten zu zählen, um immer zu wissen, wo man sich befindet, und es würden die gleichen Veränderungen, welche eine bestimmte Schichte erleiden könnte, der Beobachtung keine Schwierigkeit darbieten. Aber die Sache verhält sich anders: denn die sehr zahlreichen Abhänge, denen wir begegnen, zeigen immer nur einen sehr kleinen Theil der angegebenen Reihe, bald unten, bald oben oder in irgend

Fig. 131.



einem Theil derselben; niemals sieht man die ganze Reihefolge, und nur indem man die an verschiedenen Orten gesammelten Beobachtungen combinirte, konnte man in derselben Zeit, als man die besondern Formationsverhältnissen einer jeden Ablagerung erkannte, die Reihe so aufbauen, wie wir sie gegenwärtig kennen.

Man begreift leicht, daß es in Folge der Zerstückelung des Ganzen oft sehr schwer wird, sich zurecht zu finden, und daß man sich häufig vor einem Abhang beim ersten Anblick in die Unmöglichkeit versetzt sieht, sich über denjenigen Punkt der Reihe, auf welchen er bezogen werden soll, auszusprechen; denn einerseits haben oft die verschiedenen Schichten von derselben Beschaffenheit, welche in dieser Reihe auf einander folgen, unter sich die größte Aehnlichkeit, da die Kalksteine einer gewissen Stufe mehr oder weniger denen einer andern Stufe gleichen und die verschiedenen Sandstein- und Thongebilde sich im gleichen Falle befinden. Anderseits variirt oft die gleiche Ablagerung von einem Punkt zum andern: hier findet sich z. B. dichter Kalk, dort ein erdiger; wo anders der gleiche Kalk mit Sand vermischt, und weiter entfernt beinahe als reiner Sand ꝛc. Eingesprengte krystallinische Substanzen vermehren noch die Schwierigkeit durch die Modifikationen in der Textur und selbst in der Natur (§. 93 bis 101). Uebrigens begreift man leicht, daß, je weniger über einander gelagerte Schichten man in einem und demselben Orte findet, desto mehr sich die Schwierigkeiten vermehren müssen, und daß diese ihr Maximum erreichen, wenn man blos eine isolirte Ablagerung findet, ohne zu wissen, worauf sie ruht, und ohne zu sehen, von was sie bedeckt ist, und gerade dies ist's, was sich in vielen Gegenden findet; fügen wir noch hinzu, daß ziemlich oft eine oder mehrere Schichten in einer Stelle gänzlich fehlen, und daß dann die Ablagerungen, die sie natürlich getrennt haben würden, wenn sie sich unmittelbar darüber gelagert fände, den Beobachter der Gefahr aussetzen, den folgenden Schichten ein Alter zuzuschreiben, das sehr verschieden von demjenigen ist, das sie wirklich haben.

Um diesen Hindernissen zu begegnen, besitzen wir die Beobachtungen über eine ununterbrochene Folge von Schichten, wodurch es uns manchmal möglich wird, einige davon von solchen Punkten an, wo sie gewisse Charaktere darbieten, bis zu andern, wo sie verschiedene Charaktere zeigen, ferner von den Punkten an, wo sie völlig isolirt erscheinen, bis zu andern, wo man sieht, auf was sie ruhen und von was sie bedeckt sind (d. h. wo man das Liegende und Hangende sieht) ꝛc., zu verfolgen. So gelangen wir z. B., wenn wir von dem Jurakalk ausgehen, welcher die Alpen begränzt, durch allmähliges Fortschreiten in diesen Gebirgen bis zu gewissen Marmor- und Talkschieferablagerungen, und so finden wir uns veranlaßt, die Thonschiefer, aus welchen die erstern bestehen, mit den dichten Kalken zu identificiren. Ebenso gelingt es uns, wenn wir die Kreide der Champagne, der Picardie, welche von jeder andern Ablagerung völlig abgesondert erscheint, verfolgen, daß wir sie eines Theils auf grünen Sandsteinen, die selbst wieder auf dem Jurakalk ruhen, stützen, und andern Theils unter die Pariser Kalke gehen sehen.

Auch können wir aus den Beobachtungen über die Schichtung und Neigung der verschiedenen Schichten gegen den einen oder andern Punkt oft den Schluß ziehen, daß diese oder jene Ablagerung über oder unter dieser oder jener andern, die man entfernt davon isolirt findet, weggehe. Die Fragmente und das Gerölle können offenbar anzeigen, daß die Ablagerungen, welche dieselben einschließen, jünger sind, als diejenigen, wovon sie herrühren, und auf diese Weise, wenn sie hinreichend charakterisirt sind, ein sehr gutes Erkennungsmittel abgeben. Endlich ist auch die Beschaffenheit der von den verschiedenen Ablagerungen eingeschlossenen organischen Ueberreste gegenwärtig ein bedeutendes Hülfsmittel geworden, um sich mitten im Labyrinth der verschiedenen Formationen zurecht finden zu können.

§. 106. **Verschiedene Arten von Schichtung.** — Schichtung heißt man die Anordnung der verschiedenen Flözablagerungen, die sich nach einander gebildet haben, in auf einander folgenden Schichten. Im Allgemeinen gibt es unter den Ablagerungen, denen man auf der Erdoberfläche begegnet, zwei Arten von Schichtungen: 1) eine horizontale, welche die natürliche Schichtung ist, nach welcher alle transportable Substanzen sich unter den Gewässern absetzen; 2) eine mehr oder weniger geneigte, die ein Ergebniß der Erhebungen ist, die zu verschiedenen Zeiten Statt gefunden haben. Bei dieser letztern muß man den Grad der Neigung, welche bis zur vertikalen variiren kann, und den Punkt des Horizontes, gegen welchen die Schichten fallen, unterscheiden. Dieser letztere Theil der Beobachtung, welcher das Streichen der Schichten genannt wird, bestimmt die Richtung der Schichten, welche immer zur Richtung der Neigungsfläche senkrecht steht und auch die Richtung der Bewegung angibt, durch welche die Wirkung erzeugt worden ist. Doch reichen diese ersteren allgemeinen Beobachtungen über horizontale und geneigte Schichten nicht immer aus; man hat häufig auch die relativen Schichtungen der verschiedenen Ablagerungen zu unterscheiden, was sich dann auf die Uebereinstimmung und Nichtübereinstimmung, welche zwischen ihnen bestehen kann, reducirt.

a. Uebereinstimmende Schichtung (Stratification concordante). Es findet eine Uebereinstimmung der Schichtung zwischen verschiedenen Ablagerungen Statt, wenn sämmtliche Schichten parallel sind, welches übrigens auch die allgemeine Stellung sein mag — ob horizontal oder geneigt, convex oder concav (Fig. 132 bis 135). Von diesen beiden letztern Verhältnissen wird oft das eine als mantelförmige Schichtung, das andere als schiffs- oder muldenförmige Schichtung bezeichnet; die letztere kommt besonders bei den Steinkohlenablagerungen vor, wo sie sich ziemlich häufig zeigt.

Fig. 132. Fig. 133. Fig. 134.

Fig. 135.

Verschiedene Arten einer übereinstimmenden Schichtung.

b. Nichtübereinstimmende Schichtung (Stratification discordante). Diese zeigt sich allemal, so oft die Schichten einer Ablagerung auf eine gewisse Art geneigt sind, während die Schichten der andern eine andere Neigung zeigen: bald fügen sich horizontale Schichten gegen geneigte (Fig. 136); bald zeigen Schichten eine Neigung gegen andere, die gleichfalls mehr oder weniger geneigt sind (Fig. 137, a und b). Unter übergreifender (übergreifender) Schichtung versteht man einen besondern Fall der nichtübereinstimmenden Schichtung, wo die obere Ablagerung, die auf die eine oder andere Weise geschichtet oder auch nicht geschichtet ist, auf dem Ausgehenden der untern Ablagerung aufruht (Fig. 138). Man kann sogar einen Fall von nichtübereinstimmender Schichtung da unterscheiden, wo die Schichten nichts desto weniger parallel sind; dies findet z. B. Statt, wenn eine horizontale Ablagerung, nachdem sie durch die Gewässer auf verschiedene Weise durchfurcht worden ist,

sich durch eine gleichartige Ablagerung, welche die Tiefen ausfüllt, ganz bedeckt findet (Fig. 139), was man ziemlich häufig zwischen der Pariser Formation und den Ablagerungen der obern Stufen sieht. In diesem Falle findet die Nichtübereinstimmung durch die Verbindung der Enden der verschiedenen Schichten an dem Gehänge der ehemaligen Thäler Statt.

Fig. 136.

Fig. 137.

Fig. 138.

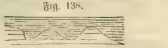


Fig. 139.

Beispiele von der nichtübereinstimmenden Schichtung.

Wenn es sich darum handelt, die Beziehungen, die in der Schichtung zweier Ablagerungen bestehen, zu begründen, so ist es nothwendig, daß man seine Aufmerksamkeit in hohem Grade auf die besondere Struktur der Schichten lenke, welche in gewissen Fällen leicht zu einem Irrthum Veranlassung geben könnte. So dürfte man z. B. aus dem Umstand, daß die Schichte a (Fig. 140) Abtheilungen darstellt, welche sich auf die linke Seite herabsenken, nicht schließen, daß bei der Schichte b eine Nichtübereinstimmung in der Schichtung Statt finde; dieses Aussehen ergibt sich gänzlich aus der Struktur, welche die Schichte a ihrer schnellen, in besondern Umständen vorgegangenen Bildung verdankt, wie wir es z. B. bei den Einsenkungen, die in unsern Flüssen (§. 64) Statt finden, gesehen haben.

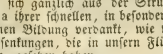


Fig. 140.

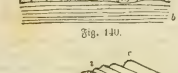


Fig. 141.

Fig. 140 u. 141. Beispiele von zweifelhafter Schichtung.

In dieser Hinsicht bieten oft die schiefrigen Substanzen viele Schwierigkeiten dar, weil sie in allen Richtungen Theilungen zeigen, und weil manchmal die unscheinbarste gerade die der Schichtung ist. So könnte man z. B. glauben, daß die Ablagerung a (Fig. 141) mit übereinstimmender Schichtung auf der Ablagerung b ruhe, und daß die Masse c in nichtübereinstimmender Schichtung sei, wenn man die feinsten Theilungen des Schiefers so betrachtet, als zeigen sie eine Schichtung an. Allein man könnte auch die Ablagerung a als eine übereinstimmende, und die Ablagerung c als nichtübereinstimmend ansehen, wenn man die mit ik parallelen Fugen (joints) als die Schichtflächen betrachtet; endlich könnte man auch a und c als nichtübereinstimmend in Beziehung auf b ansehen, indem man die andern Fugen als die Schichtflächen betrachtet. Man begreift leicht, daß man sich oft schwer darüber aussprechen könnte; im Allgemeinen jedoch ist die schiefrige Theilung häufig eine Struktur, die vielleicht von einer gewissen Krystallisation der Glimmersubstanzen herrührt. Die Fugen der Störungen oder Verrückungen (denn es muß nothwendig die eine oder andere Theilung so entstanden sein) sind glatte und sehr bestimmte, oft ein wenig geöffnete Spalten, die sich gewöhnlich in mehrere auf einander folgende Ablagerungen fortsetzen, während die Schichtflächen mehr wellenförmig sind und selbst einen stärkern Zusammenhang darbieten. Bemerkenswerth ist, daß die unregelmäßigsten wellenförmigen Biegungen der eigentlichen Schichten oft alle, wie man z. B. in den Ardennen, im Foretzgebirge u. s. w. sehen kann, durch die schiefrige Struktur (Fig. 142), welche keineswegs dadurch verändert wird, durchschnitten sind. Dieser Umstand zeigt offenbar an, daß diese Struktur eine nach der Verdrehung der Schichten eingetretenen Wirkung ist und daß man sie einem Metamorphismus zuschreiben kann, der neuer als die Schichtenstörung ist. Die außergewöhnlichen Theilungen, die wir eben angegeben haben, werden manchmal falsche Schichtung genannt.

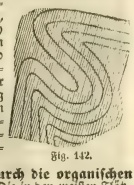


Fig. 142.

§. 107. **Charaktere durch die organischen Ueberreste geliefert.** — Die in den meisten Flötzablagerungen sehr zahlreich vorhandenen organischen Ueberreste geben uns gleichfalls die Mittel in die Hand, um uns mitten im Labyrinth der Schichten, die auf einander gefolgt sind, zurecht zu finden. Zuerst bemerken wir, daß es solche Ueberreste gibt, die gewissen Ablagerungen eigen sind, sich niemals wo anders finden und daher diese Ablagerungen als geognostische Horizonte deutlich erkennen lassen. So erkennt man z. B. vollkommen gut die silurischen und devonischen Formationen durch das Vorhandensein der Ueberreste einer gewissen Crustaceenfamilie, Trilobiten genannt, die sich nicht mehr wo anders finden, oder von denen man höchstens einige sehr seltene Spuren in der Kohlenformation antrifft. Es sind dies die verschiedenen Arten auf der Gattung Asaphus (Fig. 143 u. 144), aus der Gattung Calymene (Fig. 145), u. s. w.

Fig. 143. Asaphus caudatus.

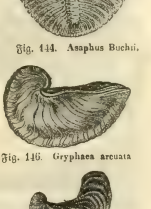


Fig. 144. Asaphus Buchii.

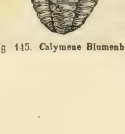


Fig. 145. Calymene Blumenbachii.

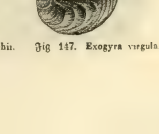


Fig. 146. Gryphaea arcuata

Fig. 147. Exogyra virgula.

Andere vortreffliche Unterscheidungsmerkmale sind die Gryphæa arcuata (Fig. 146, welche dem Lias angehört und sich nur hier findet; ferner die Exogyra virgula (Fig. 147), welche dagegen dem obern Theil der Juraformation angehört; die Baculites und Turrilites (Fig. 148 u. 149), durch Scheidewände in Kammern getheilte, gerade, thurmförmige Muscheln mit ausgeschnittenen Rändern. Diese Muscheln fangen in der Kreideperiode an und hören auch darin auf.

Viele andere Ueberreste, aber weniger ausschließlich als die vorigen, sind für uns auch noch gute Unterscheidungsmittel (Leitmuscheln), entweder weil sie sich in ziemlich engen Gränzen finden, oder weil sie in den verschiedenen Stufen der geologischen Reihe verschiedene Arten darstellen. So verschwinden z. B. die Orthoceratiten (Fig. 150), welche in den untersten

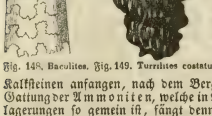


Fig. 148. Baculites. Fig. 149. Turrilites costatus. Fig. 150. Orthoceras lateralis.

Kalksteinen anfangen, nach dem Bergkalk ganz. Die Gattung der Ammoniten, welche in verschiedenen Ablagerungen so gemein ist, fängt dennoch ziemlich weit oben in der Reihe der Flötzgebilde an und hört mit der Kreide auf; diese Gattung bietet uns für jede Stufe charakteristische Arten dar, z. B. Ammonites Bucklandii (Fig. 151) im Lias; Ammonites nodosus (Fig. 152), die sich bloß im Muschelkalk findet ꝛc. Die Belemniten (Fig. 153) fangen erst im Lias an und verschwinden auf immer nach der Kreide. Es gibt selbst Scaphiten (Fig. 154).

Fig. 151. Ammonites Bucklandi.

Fig. 152. Ammonites nodosus. Fig. 151. Scaphites equalis.

Fig. 153. Ein zerbrochener Belemnit mit einem Theil der darin eingeschlossenen Alveole.

Auch bieten die Brachiopoden (siehe Zoologie, §. 603), deren spiralförmig aufgerollte Arme man noch im Innern einiger Muscheln (Fig. 156) sehen kann, ziemlich entscheidende Unterscheidungsmerkmale dar: 1) Die Orthis (Fig. 155), durch eine dreieckige Oeffnung unterhalb der Spitze bezeichnet; die Rückenschale ist gewölbt; auch die andere ist es mehr oder weniger; 2) die Spiriferen (Fig. 156) mit einer ähnlichen Oeffnung, aber mit einer in der Mitte etwas vertieften Rückenschale, während die gegenüberliegende aufgeschwellt ist; 3) die Producten (Fig. 157), ohne Oeffnung, die Bauchschale platt

Fig. 155. Orthis testudinaria.

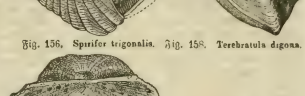


Fig. 156. Spirifer trigonalis. Fig. 158. Terebratula digona.

Fig. 157. Productus antiquatus. Fig. 159. Terebratula octoplicata.

oder selbst vertieft. Höher hinauf verschwinden diese Arten, und die Terebrateln (Fig. 158, 159) mit einem runden Loch, selbst an der Spitze der Rückenschale, sind die einzigen Ueberreste, die sich bis zur Kreide fortsetzen.

Wir sprechen hier nur von den organischen Ueberresten, auf die man häufig stößt; würden wir aber in das Detail der Ueberreste von Wirbelthieren eingehen, so würden wir noch viele wichtige Kennzeichen bekommen. Wir würden in der Steinkohle die Ueberreste von jenen ungeheuer großen Fischen sehen, aus denen man eine Gruppe gebildet und diese wegen ihrer starken Organisation und ihrer festen, mit starken Zähnen bewaffneten Kinnladen, die auf die Gefräßigkeit dieser Thiere hinweisen, faurierartige Fische genannt hat; man findet verschiedene Arten derselben bis zur Kreideformation, sammt Ueberresten von Daifischen, deren Dimensionen gleichfalls sehr bedeutend sein mußten. Unter den Reptilien findet man sehr viele Gattungen und Arten, die besonders wegen ihrer außerordentlichen Größe merkwürdig sind und mit dem Zechstein beginnen. Riesenhafte Saurier, die einen schwimmend, die andern dem Lande angehörend oder fliegend, bezeichnen die Ablagerungen vom Lias an bis zur Kreide einschließlich; darüber hinaus finden sich Krokodile, ebenso auch eigentliche Haifische, die von der Kreide aufwärts bis zu den oberen Formationen steigen. Die Säugethiere fangen an, sich in der jurassischen Formation zu zeigen, werden aber erst über der Kreide häufiger und stellen zahlreiche Arten dar; in den subapenninischen Ablagerungen nähern sie sich endlich ganz den gegenwärtigen Formen.

Die Flora der verschiedenen Flötzformationen zeigt uns im obern Theile des silurischen Systems und namentlich in der Gruppe der Steinkohlengebilde zahlreiche Arten aus der Familie der Farnkräuter. Die Cycadeen, Coniferen treten nur in den oberen

Ablagerungen deutlich auf; nach der Kreide finden sich Ueberreste von den Dikotyledonen.

Auf alle diese Thier- und Pflanzenreste werden wir bald mit größerer Genauigkeit wieder zurückkommen und zugleich mit den relativen Epochen ihrer Entstehung uns beschäftigen.

§. 108. **Beschaffenheit der Flötzablagerungen.** — Die Flötzformationen bestehen größtentheils aus Kalksteinablagerungen, die in ziemlich zahlreichen Varietäten, bald festen, bald mehr oder weniger erdigen und oft mit einer gewissen Menge Sand- oder Thonsubstanzen gemengt, auftreten. Es finden sich darunter kolitische, welche mächtige, manchmal ziemlich oft wiederholte und durch andere Ablagerungen von einander getrennte Schichten bilden. Nur in der Nähe auf feurigem Wege entstandener Substanzen nehmen die Kalke eine krystallinische Beschaffenheit an und erfüllen sich alsdann oft mit verschiedenen Substanzen; daraus gehen die verschiedenen zusammengesetzten Marmorarten hervor, welche als Felsarten verschiedene Namen erhalten (s. die krystallinischen Gesteine).

Die Kalkeinschichten der Flötzformationen wechsellagern auf alle Arten mit den sandigen Ablagerungen, die je nach der Form der Theile und ihrer Stellung in der geologischen Reihe verschiedene Benennungen erhalten. Man nennt **Breccien** diejenigen Substanzen, die aus eckigen Fragmenten gebildet sind, und **Puddingsteine** oder **Urkeisconglomerate**, welche aus abgerundeten Stücken von einer gewissen Größe zusammengesetzt sind. Man bezeichnet sie mit dem Namen **Sandsteine**, wenn die Theile aus kleinen deutlichen Körnern bestehen, und nennt sie **Thone** und **Mergel**, die alsdann mehr oder weniger kalkhaltig sind, wenn die Bestandtheile außerordentlich fein werden.

Nach der geologischen Stellung gibt man die Benennung **Grauwacke** den Breccien, den Puddingsteinen, den Sandsteinen, manchmal sogar den Thonen der ältesten und der den krystallinischen Gesteinen, welche auf verschiedene Weise auf sie eingewirkt haben, am nächsten liegenden Flötzformationen. Man unterscheidet bei ihnen grobe **Grauwacke** und **schiefrige Grauwacke oder Grauwackenschiefer**; die letzteren schließen oft eine Menge glattliegender Glimmerblättchen ein, die man an ihrem Schillern erkennt. Sie scheinen ursprünglich bloß Thone gewesen zu sein, welche besondere Umstände der Vertrocknung und des Metamorphismus schiefrig gemacht haben; sie gehen in allen Nüancen in Glimmer- und Talkschiefer über. Gewöhnlich sind die Grauwacken dunkel gefärbt, und die schiefrigen Varietäten werden sogar ganz schwarz; jedoch finden sie sich auch mit verschiedenen andern Farben, zumal mit rothen gefärbt, z. B. der **alte rothe Sandstein** (der old red sandstone der Engländer).

Die eigentlichen Sandsteine nehmen auch die verschiedenen Namen von **Quarzfelsen** oder **Quarzit**, **Kohlensandstein**, **bunter Sandstein**, **grüner Sandstein** und **Molasse** ꝛc. an. Die **Quarzfelsen** sind harte, feste Sandsteine, die man in der Nähe der krystallinischen Gesteine findet, wo sie auf dem Wege des Metamorphismus den Charakter des körnigen Quarzes angenommen haben.

Der **Kohlensandstein** — so genannt, weil sich in seinen Ablagerungen die Steinkohle findet, ist gewöhnlich aus einer Anhäufung von Quarzkörnern gebildet, welche durch ein mehr oder weniger glimmerhaltiges, gewöhnlich graues Thonbindemittel zusammengebacken sind; er geht in **Schieferthon** (Kohlenschiefer) und in **Kupferschiefer** (bituminöser Mergelschiefer) über, welche nur sehr feine Sandsteine sind.

Der **rothe Sandstein**, jünger als der Kohlensandstein, zeigt oft ein thoniges und sandiges Bindemittel von rother Farbe, welches Geschiebe von Quarz, Quarzfels, Thonschiefer, Porphyr, Granit u. s. w. zusammenhält, die oft zu feinen Körnern reducirt sind, worunter man den Feldspath durch seine Verwitterung zu Caolin unterscheidet. Diese Sandsteine bilden oft Uebergänge in die Porphyre durch dichtere Thontheile, welche Feldspathkrystalle einschließen, und welche man **Thon-Porphyr** und **Argilolit** nennt.

Der **bunte Sandstein**, gewöhnlich feinkörnig, ist im Allgemeinen noch roth gefärbt; allein im Großen zeigt er alle Farbenschattirungen und findet sich mit Thon oder rothen, violetten, grünen Mergel eingelagert, welche der Masse ein mehr oder weniger merkwürdiges buntes Farbengemisch gibt.

Der **Grünsandstein** oder **grüne Sandstein** nimmt seine Benennung aus der großen Menge grüner Körner, die er einschließt; er ist fast immer kalkhaltig und geht in allen Nüancen in grüne Kreide über, in deren Begleitung er sich findet.

Der **Molassesandstein** ist ein feiner Sandstein, der gleichfalls grüne Körner einschließt, mehr oder weniger thonig und kalkig ist, und den man in den gewissermaßen jüngsten Flötzformationen findet.

Es ist nicht ohne Nutzen, wenn man hier bemerkt, daß in verschiedenen Werken die verschiedenen Sandsteine, sobald sie Glimmer einschließen, was übrigens ein ziemlich häufiger Fall ist, den Namen **Psammite** (Grauwacke) erhalten. Zuweilen nennt man die Varietäten mit einem thonigen Bindemittel **Pelpite**. Die **Arkosen** sind, wie wir bereits §. 101 gesagt haben, bloß Modifikationen von jeder Sandsteinart in der Nähe von krystallinischen Gesteinen. Man erkennt darin alsdann Quarz-, Kiesel-, Schwerspathadern, verschiedene Erzanhäufungen — lauter Substanzen, die ohne Zweifel erst nachher entweder durch Eindringen geschmolzener Substanzen oder durch Einsickern warmer Quellen sich bildeten, welche aus dem Innern der Erde durch die Risse des krystallinischen Gesteins gekommen sind.

Eintheilung der Flötzablagerungen in Gruppen.

§. 109. **Hülfsmittel.** — Die Nichtübereinstimmungen in der Schichtung bei den Flötzformationen sind sehr wichtige und beachtenswerthe Thatsachen; denn wenn gewisse Ablagerungen sich irgendwo als geneigte Schichten finden, während sich andere z. B. als horizontale Schichten darüber gebildet haben, so muß man daraus schließen, daß die ersteren vor einer gewissen Katastrophe, welche sie aufgerichtet hat (§. 81) gebildet worden sind, und daß dagegen die andere nach dieser Katastrophe aus den Gewässern sich abgesetzt haben. Daher auch zwei mehr oder weniger lange Perioden ruhiger Bildungen, die durch einen Umsturz getrennt worden, und aus diesem Grunde geologischen Epochen entsprechen, die sehr verschieden von einander sind. Besonders nach derartigen Beobachtungen, die noch durch die Unterschiede, welche die organischen Ueberreste in den verschiedenen Stufen der abgesetzten Substanzen zeigen, so wie durch die Beschaffenheit der Größe und Kiesablagerungen, die auf einander gefolgt sind, unterstützt werden, sieht man sich veranlaßt, die ganze Reihe in verschiedene Gruppen oder Formationen zu theilen, welche eben so viele geologische Epochen darstellen, als wir durch Klammern in der Figur 131 angegeben haben. Jede Gruppe ist mit der vorhergehenden in nichtübereinstimmender Schichtung, was man auch manchmal in einigen der Schichten beobachtet, aus denen eine Gruppe zusammengesetzt ist. Die verschiedenen Abtheilungen, die man erkennen kann, zeigen häufig eine ziemlich große Anzahl Unterscheidungsmerkmale jeder Art.

§. 110. **Cambrisches, silurisches und devonisches System.** — Die cambrischen Formationen (cambrisches System) bilden die untersten Flözablagerungen, die man wahrnehmen kann. Sie bestehen wesentlich aus schiefrigen Grauwacken, welche durch alle Nüancen von Festigkeit Glanz und Farbe hindurchgehen; auf der einen Seite verbinden sie sich mit dem Glimmerschiefer und dem Gneiß, auf der andern mit der groben Grauwacke, mit welcher sie sich eingelagert finden. Diese Ablagerungen schließen mehr oder weniger dicke Bänke von Quarzfelsen in verschiedenen Varietäten, welche in allen Nüancen in Sandstein übergehen, und verschiedene Kalkschichten ein. Die organischen Ueberreste sind darin im Allgemeinen wenig zahlreich und beschränken sich auf einige Ueberreste von Brachiopoden, einige Entrochiten in den Kalksteinen, und einige Polypenstämme.

Die silurische Formation (silurisches System) hat oft die größte Analogie hinsichtlich der mineralischen Zusammensetzung mit der cambrischen und könnte als der obere Theil dieser letztern betrachtet werden, wenn man nicht in einigen Lokalitäten und namentlich in den Departements Manche und Orne die beiden Ablagerungen in nichtübereinstimmender Schichtung finden würde. Puddingsteine, quarzige Sandsteine und Quarzfelsen, dichte Kalke, die mit diesen letztern oder mit mehr oder weniger festen Schiefern, welche in Grauwackenschiefer übergehen, wechsellagern, bilden ihre allgemeine Zusammensetzung, in welcher bald die eine, bald die andere dieser Gesteine sich mehr entwickelt findet. Die organischen Ueberreste treten häufiger auf, und werden dadurch, so wie durch ihre Beschaffenheit durchaus charakteristisch: diese Ueberreste sind die Trilobiten (Fig. 143 bis 145), von denen uns die Dachschiefer von Angers, so wie die schwarzen Kalke, von denen sie bedeckt sind, schöne Exemplare darbieten; ferner Orthoceratiten (Fig. 160): sehr große Lituiten (Fig. 161); Producten (Fig. 162); eine besondere Abtheilung der Terebrateln — genannt Pentamerus (Fig. 163 bis 165), von denen man gewöhnlich nur die innern Abdrücke findet; endlich Terebrateln (Fig. 166); Orthis, (Fig. 167); verschiedene Polypenstämme (Fig. 168, 169).

Fig. 165. Durchschnitt der Muschel.

Fig. 167. Orthis orbicularis.

Fig. 168. Cyathophyllum turbinatum.

Die devonische Formation (devonisches System) bildet den obern Theil der vorhergehenden Formation. Zuerst scheint sie aus Puddingsteinen zu bestehen, mit welchen sie ihren Anfang nimmt, und welche in Sandsteine übergehen, mit denen sie in verschiedenen Wiederholungen wechsellagern. Hierauf folgen mehr oder weniger feine schieferige Sandsteine, verschiedenartige Schiefer, Kalke, welche mit einander wechsellagern und in welchen sich Anthrazitschichten finden, weßwegen man in Frankreich diese Formation auch terrain anthraxifère nennt. Diese verschiedenen Substanzen sind je nach der Gegend mehr oder weniger entwickelt: in England sind es die Sandsteine, welche Ablagerungen von ungeheurer Mächtigkeit und Ausdehnung im südlichen Theil von Wallis und in den benachbarten Gegenden bis zum Fuße der Grampianberge, darstellen. Sie bilden den alten rothen Sandstein (old red sandstone), welcher Thon- und Mergelschichten von verschiedenen Farben einschließt. An einem andern Orte herrschen die Kalke mit verschiedenen Thonschieferarten, oder auch die Chloritschiefer vor, die bald mit schiefrigen Quarzen eingelagert, z. B. in Devonshire, bald und beinahe allein vorkommen — wie in Cornwallis.

Fig. 169. Cateniopora escaroides.

Auch zeigt diese Formation die ältesten Kohlenablagerungen, die uns bekannt sind, wo man bereits Farne, Calamiten, verschiedene Arten von Pflanzen findet, die wenig verschieden von denen der Steinkohlenformation sind, die unmittelbar darauf folgt. Man findet darin eine ziemlich große Menge von Polypenstöcken, die mehr oder weniger den Caryophyllen (Fig. 54) ähnlich sind; ferner Amplexus (Fig. 170), welche die Einen als Polypenstöcke, die Andern als kammerige Muscheln betrachten, und welche man noch nicht wo anders gefunden hat. Die gewissen Producten so nahe verwandte Calceola (Fig. 171) scheint

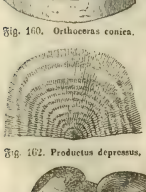


Fig. 160. Orthoceras conica.

Fig. 161. Lituites giganteus.

Fig. 162. Productus depressus.

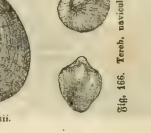


Fig. 163. Ein Abdruck von Pentamerus laevis

Fig. 164. Pentamerus Knightii.

Fig. 166. Terebr. navicula.

Fig. 170. Amplexus coralloides.

Fig. 171. Calceola sandalina.

Fig. 174. Terebratula porrecta.

Fig. 172. Clymenia linearis.

Fig. 173. Megalodon cucullatus.

charakteristisch zu sein; und vielleicht auch die Clymenia linearis (Fig. 172), eine kammerige Muschel mit einem Bauch-Sipho. Auch bemerkt man hier einige besondere zweischalige Muscheln (Fig. 173); einige Brachiopoden und unter andern auch die Terebratula porrecta (Fig. 174), oder Strygonocephalus.

Diese drei Formationen, die nicht immer leicht von einander unterschieden werden können, sind ziemlich verbreitet in Europa, wo sie zusammen den größten Theil der Uebergangsformationen bilden. Sie kommen sehr häufig in der Bretagne und in Cotentin vor, wo die Grenzen von einer jeden durch Dufrenoy und Elie de Beaumont deutlich bezeichnet wurden; die anthrazitführende Masse bildet hier einen Streifen längs der Loire, indem sie sich von Maine-et-Loire in das Departement Morbihan hinein ausdehnen, sowie auch andere Ablagerungen im Departement der Sarthe und in dem der Mayenne. Man findet sie in der ganzen Ausdehnung der Pyrenäenkette, im südlichen Theil der Sevennen, im Forez- und Beaujolais-Gebirge und in einigen Punkten der Vogesen. Sie bilden den ganzen Hundsrück, die Eifel, die Ardennen und den südlichen Theil von Belgien. Ferner findet man sie im Harz, in Sachsen und in verschiedenen Punkten Deutschlands, in Schweden, in Norwegen, und treten sehr häufig in England auf. Sie bilden überall Lager von Anthrazit, die mit Erfolg abgebaut werden und sind der Gegend immer sehr nützlich, obgleich dieses Brennmaterial in vielen Beziehungen der Schwarzkohle bedeutend nachsteht.

§. 111. **Steinkohlenformation.** — Diese Formation besteht, wenn sie vollständig ist, aus einer Kalkablagerung, die den Namen Bergkalk führt, und aus Kohlensandstein, welcher den obern Theil der Formation bildet — nämlich denjenigen, auf dem die Steinkohlenschichten ruhen.

1) Der Bergkalk, auch unter den Benennungen von Kohlenkalk und erzführender Kalk bekannt, ist in England, Belgien und dem nördlichen Theil von Frankreich sehr entwickelt. Dieser Kalk liefert uns den schwarzen Marmor von Dinan, den Marmor der Ecaussines oder kleinen Granit, der ganz voll von Encrinitenbruchstücken ist, verschiedene weißgeaderte und muschelige Marmorarten, die unter dem allgemeinen Namen von flandrischem Marmor im Handel mit denen in Concurrenz treten, welche man aus den benachbarten devonischen Gebilden bezieht, obgleich diese letzteren weit fester sind, u. s. w. Er fehlt im übrigen Frankreich, wo der Kohlensandstein unmittelbar auf den frühern Ablagerungen und oft auf den krystallinischen Gesteinen aufruht; diese gewöhnlich dunkel gefärbten und ungeheure Schichten bildenden Kalke wechseln oben mit sandigen Substanzen ab, die sich dem Kohlensandstein anschließen. Sie enthalten eine große Anzahl organischer Reste, z. B. verschiedene Polypen, Cyathophyllen, Madreporen u. s. w.; Encriniten, die zu der Abtheilung der Crinoiden (Fig. 175) gehören. Auch findet sich darin eine große Anzahl von Mollusken-überresten, so unter andern die Orthoceras lateralis (Fig. 176); die Goniatites (Fig. 177), welche dem

Fig. 175. Cythocrinites planus.

Fig. 176. Orthoceras lateralis.

Fig. 177. Goniatites evolutus.

Fig. 178. Bellerophon costatus.

Fig. 179. Evomphalus pentangulatus.

Nautilus gleichen; der Bellerophon (Fig. 178), welcher bei ähnlicher Form nicht kammerig ist; Evomphales (Fig. 179); Spiriferen und sehr verschiedene Arten von Producten, namentlich Fig. 180, 181.

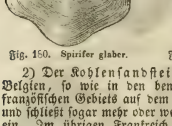


Fig. 180. Spirifer glaber. Fig. 181. Productus Martini.

2) Der Kohlensandstein ruht in England, in Belgien, so wie in den benachbarten Theilen des französischen Gebiets auf dem Bergkalk (Kohlenkalk), und schließt sogar mehr oder weniger dicke Kalkschichten ein. Im übrigen Frankreich findet er sich für sich allein, unmittelbar die alten Flötzablagerungen und oft selbst die krystallinischen Felsarten überlagernd. Die Ablagerungen fangen alsdann gewöhnlich mit Puddingsteinen an, die im Allgemeinen aus den Trümmerstücken der verschiedenen benachbarten Gesteine gebildet sind, und oft kaum abgerundete, riesenmäßige Blöcke einschließen. Manchmal wechsellagern Puddingsteine in mehreren Wiederholungen mit Sandsteinen, die jedoch immer den Hauptheil der Ablagerungen bilden. Diese Sandsteine zeigen hinsichtlich der Größe der Quarzkörner und der thonigen Substanzen, die sie enthalten, mehrere Abänderungen; häufig sind sie glimmerhaltig und schiefrig; sie schließen Schichten von Schieferthon und bituminösen Mergelschiefern, die manchmal eine bedeutende Mächtigkeit zeigen, seltener Kalkschichten, ein. Die Steinkohle ist hier sowohl in den gröberen Theilen, als in den schiefrigen verbreitet, und ist dennoch stets von den Sandsteinen durch Thonlagen gesondert; diese letzteren sind zuerst beinahe rein, später finden sie sich mit verbrennlicher Substanz vermischt und zeigen sich endlich allein oben auf der Ablagerung.

Außer der durch eine Anhäufung zerfetzter Pflanzen gebildeten Steinkohle schließen die Steinkohlenablagerungen sehr viele Pflanzenreste ein, die ihre organischen Charaktere beibehalten haben: Stengel und Baumstämme liegen zerstreut in den Sandsteinen; Blätter haben vollkommen gut erhaltene Eindrücke im Schiefer und Thon zurückgelassen, welche die Steinkohle begleiten. Diese Ueberreste beziehen sich auf die Farnkräuter, die Equisetaceen, die Lycopodiaceen, die Coniferen und auf mehrere ganz untergegangene Pflanzengattungen, die mit der Familie der Cycadeen verwandt sind.

Die außerordentlich zahlreiche Farnkräuterabdrücke zeigen uns: Pecopteris (Fig. 182), deren wenig vom Blattstiel abstehende Fiederblättchen sich manchmal zu einem einzigen tiefeingeschnittenen Blatt vereinigen, wo man eine Hauptrippe erkennt, von welcher in senkrechter Richtung Nebenrippen auslaufen; ferner Sphænopteris (Fig. 183), der vorhergehenden ähnlich, wo aber die Fiederblättchen deutlicher und tieflappig erscheinen und wo die Rippen beinahe von der Basis auslaufen; Nevropteris (Fig. 184), die einige Aehnlichkeit mit unsern Osmondes hat, bei denen die Fiederblättchen gleichfalls abstehen, aber ganz und abgerundet sind, wo die Rippen sehr schief aus der Mittelrippe treten und sich hierauf mehrere Mal theilen; endlich eine große Anzahl anderer auf die Formen der Fiederblättchen und Anordnung ihrer Rippen gegründete Gattungen. Außerdem finden sich viele Pflanzen, deren Familien ungewiß sind, so z. B. Sphenophyllites (Fig. 185), Annularia (Fig. 186) u. s. w., welche an gewissen Orten sehr häufig sind.

Es scheinen wahre Cauleten in der Steinkohlenformation zu existiren; aber außerdem noch wird man

Fig. 182. Pecopteris squilina.

Fig. 183. Sphænopteris Hœninghausi.

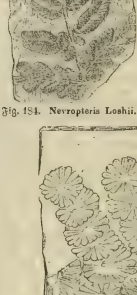


Fig. 184. Nevropteris Loshii.

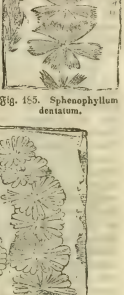


Fig. 185. Sphenophyllum dentatum.

Fig. 186. Annularia brevifolia.

veranlaßt, der nämlichen Familie gewisse, ihrer Länge nach cannelirte Stängel anzureihen, die in gewissen Abständen Knoten zeigen, aus welchen zuweilen Aeste treten (Fig. 187 u. 188). Diese unter dem Namen Calamiten bekannten Stängel, finden sich oft, wie alle die schon erwähnten, in thonige Substanzen, die fest geworden, oder in kohlensaures Eisen, selten in

Fig. 187. Calamites Suckovii.

Fig. 188. Calamites cannæformis.

eine kieselsaure Substanz umgewandelt. Das äußere vegetabilische Gewebe, das seinen Eindruck zurückgelassen hat, ist häufig in einen kohlenhaltigen Stoff übergegangen.

Die Lycopodiaceen schließen verschiedene Lepidodendron-Arten ein (Fig. 189 u. 190), von

Fig. 189. Lepidodendron crenatum.

Fig. 190. Lepidodendron elegans.

denen man bisweilen ganze Bäume von 20 Meter Höhe gefunden hat. Ihre Stämme zeigen spiralförmig geordnete, rhombische Warzen, welche oben deutlich die Blattnarben zeigen.

An die Familie der Cycadeen scheint sich die Sigillaria (Fig. 191) anschließen zu können, welche

Fig. 191. Sigillaria pachyderma.

durch den Druck plattgedrückte, ihrer Länge nach cannelirte, aber nicht gegliederte, mit Narben, die in Längsreihen liegen, besetzten Stämme darbieten. Die Stämme, welche Stigmaria (Fig. 192) genannt werden, sind nach Ad. Brongniart vielleicht nur die Wurzeln dieser Pflanzen, durch deren Körper eine von weichen und fleischigen Theilen umgebene Flüssigkeitsaxe geht.

Die Coniferen, welche in Folge der Consistenz ihres Holzes einen großen Antheil an der Bildung der kohlenhaltigen Stoffe der verschiedenen Formationen gehabt zu haben scheinen, bieten uns in den

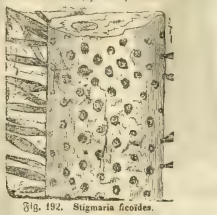


Fig. 192. Stigmaria ficoides.

a b

Fig. 193. *a* Walchia Schlotheimii. — *b* Walchia hypnoides.

obern Schichten solche Arten dar, die wegen ihren, in einer Spirale gestellten sitzenden Blättern den Araucaria sich annähern. Ad. Brongniart bezieht sie alle auf die Gattung Walchia von Sternberg, wovon er hier zwei, noch nicht beschriebene Arten mit ihren Blättern und Früchten abgebildet hat.

Die Thierreste treten im Allgemeinen in den Ablagerungen des Kohlensandsteins nicht häufig auf; indessen finden sich deren, und sogar ziemlich viele an gewissen Orten. In den Kalkschichten, welche diesen Sandsteinen untergeordnet sind, hat Doktor Hibbert in der Umgegend von Edinburg die Reste von ungeheuren saurierartigen Fischen gesammelt, deren starke und der Länge nach gestreifte Zähne, so wie das ganze Knochensystem, an die größten Reptilien erinnern. Die Figur 194 stellt ein in sehr kleinem Maßstabe gezeichnetes Kinnladenstück von einer Art dieser gefräßigen Thiere dar, und die Figur 195 einen Zahn in natürlicher Größe von einer andern Art. Auch zeigt der Kalk, der sie einschließt, eigenthümliche Concretionen (Fig. 196), die man für die Excremente dieser Thiere hält, und die man deßwegen Coprolithen nennt. Die Familie der Haie war damals durch die Abtheilung der Cestracionten welche durch die zum Zermalmen geeignete Zähne (Fig. 197) charakterisirt war und durch die Abtheilung der Hypodonten mit nicht schneidenden Hundszähnen, deren Schmelz auf beiden Seiten faltig ist (Fig. 198), charakterisirt. Die wahren Haifische mit platten und an den Rändern schneidenden Zähnen waren, damals noch nicht vorhanden, sondern erschienen erst viel später in der Kreide.

Fig. 195. Ein Zahn von Megalichthys Hibberti.

Fig. 197. Ein Cristacionszahn.

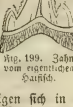


Fig. 198. Hypoponzahn.

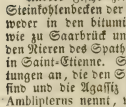


Fig. 196. Coprolithen.

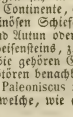


Fig. 199. Zahn vom eigentlichen Haifisch.

Fig. 194. Untere Kinnlade von Holoptichus Hibberti

Andere Fische zeigen sich in den Steinkohlenbecken der Continente, entweder in den bituminösen Schiefern, wie zu Saarbrück und Autun oder in den Nieren des Spatheisensteins, z. B. in Saint-Etienne. Sie gehören Gattungen an, die den Stören benachbart sind und die Agassiz Paleoniscus und Amblipterus nennt, welche, wie es scheint, in Süßwasser gelebt haben.

Die Meeresmuscheln sind im Kohlensandstein selten und werden nur in den untergeordneten Kalken von Belgien und England gefunden; aber zugleich führt man auch Unio und kleine Entomostraken (Entomostracæ) an, welche wenigstens auf Süßwasserzuflüsse ins Meer, wo sich diese besonderen Ablagerungen bildeten, hinweisen.

§. 112. **Ausdehnung der Steinkohlenformation.** — Die Steinkohlenformation kann in der That nur auf der Oberfläche des cambrischen, silurischen und devonischen Systems, das sich schon zuvor gebildet hatte, oder auch an den Rändern dieser Ablagerungen zu Tage treten. Kommt sie noch darüber hinaus vor, so ist sie nothwendig von allen nachher gebildeten Gesteinen, unter welchen man zuweilen mit großen Kosten die Steinkohle aufsucht, überdeckt. Es geht daraus hervor, daß die Steinkohlenformation einen kleinen Raum auf der unbedeckten Erdoberfläche einnimmt. In Frankreich bilden z. B. sämmtliche bekannte Ablagerungen nur $^1/_{200}$ des Flächenraumes vom ganzen Lande. England und Belgien sind vergleichungsweise viel reicher, denn im ersteren Lande beträgt die Flächenausdehnung der Steinkohlenformation $^1/_{20}$ von der des Königreichs und im zweiten $^1/_{14}$. Alle andere Staaten von Europa sind weit ärmer, und es gibt sogar solche, wie Schweden, Norwegen, Rußland, Italien, Griechenland, welche dieser werthvollen Ablagerungen beinahe ganz ermangeln. Von Deutschland ist Böhmen der reichste Theil, obgleich der Ertrag nicht mehr bedeutend ist. Der nördliche Theil der spanischen Halbinsel scheint beträchtliche Steinkohlenlager einzuschließen und in dieser Beziehung die Reichthümer des westlichen Europa's zu theilen.

Fig. 200 Karte der Steinkohlenablagerungen von Frankreich. *

In Frankreich sind die Steinkohlenablagerungen gleichsam um ein Centralplateau herum, welches Limousin und die Auvergne einschließt, concentrirt, oder auf seiner Oberfläche zerstreut, wie die beiliegende Karte (Fig. 200) zeigt. Fängt man z. B. bei Avallon an, so findet man östlich von dieser Stadt einen Streifen der Kohlenformation, der seine Richtung Samur zu nimmt, und auf dem einige Nachforschungen angestellt worden sind. Weiter davon entfernt zeigen sich die Gruben von Decize am Kanal der Provinz Nivernais, die Lager der Umgegend von Autun und Epinac; sodann diejenigen, die sich längs des Kanales vom Centrum hinziehen, wo sich die Kohlengruben von Creusot, Moncenis, Saint-Berain, Blanzy u. s. w., und die von Bert und Montcambron auf der nämlichen Richtung gegen Lapalisse finden. Nordöstlich von Roane begegnet man den Ablagerungen von La Chapelle-sous-Dun; hierauf westlich von Lyon denen von Sainte-Foy, Arbresle, Sainte-Paule; endlich gelangt man zu den großen Ablagerungen von Saint-Etienne und Rive-de-Gier, die sich selbst auf der linken Seite der Rhone fortsetzen.

Weiter gegen Süden zeigen sich die Ablagerungen von Aubenas, die von Alais, die sehr bedeutend sind; die kleinen Ablagerungen von Vigan und den Vans, die von Saint-Gervais und Ronjan, gegen Lodève und Pézenas hin. Weiter entfernt gibt es nur schwache Andeutungen gegen Perpignan, zu Durban und Se-

* Allemagne = Deutschland.
Angleterre = England
Bale = Basel
Belgique = Belgien
Bruxelles = Brüssel.
Espagne = Spanien
Gênes = Genua
G. duché de Bade = Großherzogthum Baden.
Italie = Italien
Liége = Lüttich.
Mayence = Mainz.
Méditerranée = mittelländisches Meer
Milan = Mailand.
Nice = Nizza.
Prusse et Bavière rhénanes = Rheinpreußen und Rheinbaiern.
Suisse = Schweiz.

gure; verfolgt man aber von Lodève aus den westlichen Theil des Plateau's, so findet man die Steinkohlenlager der Carmeaux, bei Alby, der Umgegend von Rodez, der Gegend von Aubin und der Umgebung von Brives. Weiter entfernt, an der Grenze des Centralplateau's, kennt man noch Nichts; allein selbst in der Mitte zeigen sich ziemlich viele Lager, wovon sich die meisten auf einer geraden Linie, in der Richtung von Mauriac nach Moulins vereinigt finden, am nördlichen Ende derselben man die großen Steinkohlengruben der Umgegend von Montaigu, Commentry, Noyant, Fins u. s. w. sieht. Auch finden sich in diesem Theile die Steinkohlenlager des Eberthales, zwischen Montluçon und Saint-Amand. Auch mehrere andere zerstreut herumliegende Steinkohlenbecken findet man auf diesem Plateau; z. B. die von Lapleau, südwestlich von Ussel, die von Bourganeuf; von Ahun, nordwestlich von Aubusson; von Brassac, nördlich von Brioude, und von Langeac, im Süden, beide im Allier-Thale.

Außerhalb des Centralplateau's hat Frankreich nur noch an den Grenzen des Königreichs Steinkohlenablagerungen. Zuerst finden wir sie im Var-Departement, einerseits nördlich von Frejus im Esterelegebirge; anderseits zwischen Frejus und Toulon, in den Montagnes des Maures. Es bestehen deren auch in der Vogesenkette — aber in unbedeutender Quantität, nördlich und südlich von Colmar. Nur nördlich von dieser Gebirgskette, am Fuße des Hundrücks, aber außerhalb des französischen Gebietes finden sich bedeutende Lager, die sich wahrscheinlich im Mosel-Departement unter den spätern Formationen fortsetzen. Weiter entfernt kommen die großen Ablagerungen von Belgien vor, die sich in Frankreich unter allen spätern Formationen bis Valenciennes und vielleicht durch Arras hindurch bis zum westlichen Ende des Pas-de-Calais fortsetzen, wo man durch Sondagen die Steinkohle an verschiedenen Stellen entdeckte, und wo sich nördlich von Boulogne die Steinkohlenlager von Harbringen finden.

Auch treffen wir Steinkohlenablagerungen im westlichen Theil von Poitou, zu Bouvant und Chantonnay an; sodann in der Bretagne, um Quimper herum und bis zur Spitze der Halbinsel, im Mayenne-Departement bei Laval; endlich im Departement de la Manche, wo man die Steinkohlenlager von Litry und Pfeffis nordöstlich und nordwestlich von Saint-Lo findet. Diese verschiedenen Ablagerungen darf man nicht mit den Anthraziten des devonischen Systems verwechseln (§. 110), von denen sie sich vollkommen gut besonders im Mayenne-Departement darin unterscheiden, daß sie in nicht übereinstimmender Schichtung auf den anthrazitführenden Schiefern ruhen.

§. 113. **Zechsteinformation.** — An mehreren Orten ist die Zechsteinformation mit der vorhergehenden Formation in nichtübereinstimmender Schichtung. Die erste ihrer Ablagerungen zeigt Sandsteine, die gewöhnlich roth aussehen, und sehr reichlich in Thüringen, wo sie den Namen *rothes Todtliegendes* erhalten haben, und in England auftreten, wo sie new red sandstone (neuer rother Sandstein), als Gegensatz zu old red sandstone (alter rother Sandstein), den wir im devonischen System angegeben haben, genannt werden. In Frankreich findet man diese Sandsteine um die Vogesen herum, wo sie oft selbst unter dem Vogesensandstein versteckt liegen. Diese sandige Gebirgsart schließt eckige oder abgerundete Fragmente von Granit, Porphyr, Quarz ein, die gewöhnlich durch ein eisenhaltiges Thonbindemittel verbunden sind; diese groben Theile gehen aber in mehr oder weniger feine Sandsteine über, die man oft allein noch wahrnimmt. In dieser Formation findet man nur sehr wenige organische Reste; man führt bloß einige Ueberreste von Fischen und Reptilien in England, wo sie wenig ausgesprochen ist, und verkieselte Stämme von Coniferen in den Vogesen und in Sachsen an.

Ueber dem rothen Sandstein zeigen sich in einigen Theilen die *bituminösen Sandsteine*, die besonders in Thüringen wegen der Kupfererze, die sie einschließen und ihnen den Namen *Kupferschiefer* gibt, sehr merkwürdig sind. Sie schließen Vegetabilien ein, welche zur Familie der Algen zu gehören scheinen, und eine sehr geringe Anzahl Landpflanzen, z. B. die Coniferen. Weiter oben kommen dichte Kalksteine, der *Zechstein* der Deutschen, vor, welche durch Mergel in mehrere Schichten getheilt sind; sodann poröse Kalksteine, mehr oder weniger zerreibliche bittererhaltige Kalke und von Neuem dichte Kalksteine, Mergel und thonige Substanzen. Dies ist die gesammte Reihe der Schichten in Thüringen und in verschiedenen Theilen Deutschlands; dagegen tritt in England an die Stelle dieser ganzen Reihe der Magnesiankalk (Magnesian-Limestone). In Frankreich fehlen diese Ablagerungen ganz, denn die bituminösen Schiefer von Autun, Fins ꝛc. gehören dem obern Theil der Steinkohlenformation an.

Was diese Formation Wichtiges darbietet, das sind die schon längst bekannten Reste von Sauriern, die man hier zum ersten Mal in bituminösen Schiefern und im Zechstein, und später im Magnesiankalk von England findet. Diese Reptilien sind mit den Gattungen Leguan (Iguana) und Warneidechse (Monitor) (siehe Zoologie, Fig. 287) verwandt. Auch findet man darin Fische aus den Gattungen Palaeoniscus und Amblypterus, die eine Aehnlichkeit mit denen der Steinkohlenformation haben, denen wir aber über der Formation, die uns in diesem Augenblick beschäftigt, nicht mehr begegnen. Endlich gibt es auch Spirifereen und Producten (Fig. 201 bis 203), besonders Productus aculeatus, der unter dem Namen Gryphites aculeatus als charakteristisch für Deutschland betrachtet worden ist und zuweilen dem Zech-

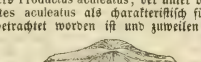


Fig. 201. Spirifer andulatus.

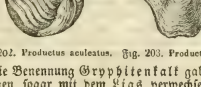


Fig. 202. Productus aculeatus. Fig. 203. Productus calvus.

stein die Benennung Gryphitenkalk gab, den man deswegen sogar mit dem Lias verwechselte §. 116. Auch finden sich darin viele andere Mollusken, sowie Encrinitenreste, welche hier dieselben zu sein scheinen, wie im Bergkalk.

§. 114. **Vogesensandstein.** — Diese Ablagerung, die am östlichen Abhang der Vogesen und im Schwarzwald sehr entwickelt ist, den man aber auch nur noch an diesen Orten kennt, ist lange Zeit bald mit dem bunten, bald mit dem rothen Sandstein, zwischen denen er sich findet, verwechselt worden. Aber einerseits ist die Schichtung des bunten Sandsteins mit der Schichtung des Vogesensandsteins nicht übereinstimmend, anderseits findet er sich, wenn dieser letztere beinahe mit dem rothen Sandstein übereinzustimmen scheint, immer darüber, wo er beträchtliche Ablagerungen bildet, die sehr charakteristisch sind. Er besteht ganz aus Quarzkörnern, deren Oberfläche sehr glänzend und mit einem Ueberzug aus rothem Eisenoxyd oder Eisenoxydhydrat bedeckt ist; man be-

merkt daran kein deutliches Bindemittel, wie im rothen Sandstein, so daß gewöhnlich seine Masse zerreiblich ist: doch bilden gewisse Theile ziemlich feste Schichten, die sogar als Bausteine abgebaut werden. Die Geschiebe, die man darin findet, bestehen fast immer aus Quarz. Bis jetzt hat man nur sehr wenige organische Reste in diesen Sandsteinarten, und bloß einige seltene Eindrücke von besondern Calamitenarten gefunden; bloß Muscheln hat man in den Geschieben, welche diese Ablagerungen einschließen und welche ihnen daher nicht angehören, entdeckt.

In den Vogesen, wo diese Ablagerungen hauptsächlich vorkommen, findet sich keine Spur vom Zechstein vor; man bemerkt darin bloß einige Nieren von Magnesienkalk. Dieser Umstand kann anzeigen, daß entweder der Zechstein an diesen Orten ganz fehlt, oder daß der Vogesensandstein der Repräsentant davon ist. Man bemerkt, daß in England in Punkten, wo der Magnesienkalk fehlt, die Basis des bunten Sandsteins ähnliche Charaktere annimmt, wie die des Vogesensandsteins.

§. 115. **Keuper- oder Triasformation.** — Diese große Ablagerung, welche man Trias genannt hat, weil sie drei Hauptheile enthält, — etwas, das sie mit mehreren andern gemein hat, besteht aus sehr verschiedenartig gefärbten Sandstein- und Mergelschichten, was den einen den Namen bunter Sandstein, und den andern den Namen bunte Mergel gegeben hat. Die Kalksteinablagerung, die sich an gewissen Orten zwischen ihnen eingelagert findet, existirt nicht überall: sie fehlt z. B. in England und beinahe in ganz Frankreich; wir finden sie nur um die Vogesen herum, von wo sie sich nach Deutschland hinüberzieht, wo sie ebenfalls sehr deutlich ausgesprochen ist, und im Var-Departement. Sie wird wegen der großen Menge von Muscheln, die sie einschließt, Muschelkalk genannt.

Der bunte Sandstein ist quarzig, feinkörnig, fest, gewöhnlich roth, manchmal auch bläulich, grünlich und weiß. Man findet darin schichtenförmige Ablagerungen von einer sehr thonreichen Substanz, die verschiedenartig an Farbe ist, und dünne Dolomitschichten, besonders in den obern Theilen. Die bunten Mergel sind ein sehr mannigfaltiger Wechsel von Kalksteinen und weinhefenfarbigem, grünlichem oder bläulichem Thon, manchmal von Sandsteinen, welche davon den obern Theil schließen, wie z. B. zu Cheffy bei Lyon und in Württemberg. Dies sind nun die beiden Arten von Ablagerungen, die sich in England bemerken lassen, wo man sie durch den Ausdruck upper new red sandstone and red marle bezeichnet; und diejenigen, die man am öftesten in Frankreich, in Aveyron, in Corrèze, besonders um Brives herum, im südlichen Theil von Cher und dem nördlichen Theil von Allier findet.

Der Muschelkalk beginnt bei seinem Auftreten damit, daß er unten mit dem bunten Sandstein wechsellagert; er ist dicht, grau, grünlich oder gelblich, und mit diesen beiden Farben gefleckt; oft ist er in seinem obern Theil magnesiahaltig, wo er übrigens häufig erdig ist, und in die Mergel übergeht, welche auf ihn folgen, unter welchen sich noch einige Lagen von reinem Kalk oder Magnesienkalk finden. Er schließt eine große Menge Muscheln ein, unter welchen man als besonders bezeichnend Ammonides nodosus (Fig. 204), Avicula socialis (Fig. 205), Possidonia minuta (Fig. 206) anführt. Auch finden sich darin viele Encriniten, besonders aus der Species Encrinites moniliformis (Fig. 207). Hier zeigen sich zum ersten Mal die Trigoniæ (Fig. 208), deren zahlreiche Arten sich bis in die Kreide fortsetzen. Dieser

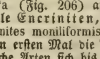


Fig. 205. Avicula socialis.

Fig. 206. Possidonia minuta.

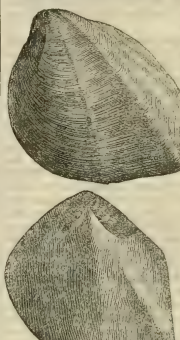


Fig. 207. Encrinites moniliformis.

Fig. 208. Trigonia vulgaris

Kalk tritt sehr reichlich in Lothringen auf, wo er mit den beiden andern Gliedern der Reihe den ganzen westlichen Theil der Vogesen bildet; auch ist er sehr verbreitet auf dem rechten Rheinufer, von wo er sich im übrigen Deutschland fortsetzt; man trifft ihn im mittlern Theil des Var-Departements von Brignolles oder Toulon bis zu den Antilen an.

Der Trias bietet uns außer einigen besondern

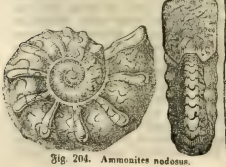


Fig. 204. Ammonites nodosus.

Fig. 209. Voltzia heterophylla.

Farnkrautarten, auch solche Pflanzenreste dar, die sich bis jetzt noch nicht gezeigt haben. Dies sind in den Sandsteinen besondere Arten von Coniferen, welche die Gattung Voltzia (Fig. 109) bilden, und im Kalk Ueberreste von Cycadeen, aus der Gattung Mantellia: diese letztere Familie wird sehr reich im bunten Mergel, wo sie die Gattungen Nilsonia, Pterophyllum (Fig. 210), welche verschiedene Arten enthalten, darstellen.

Fig. 210. Pterophyllum Pleiningerii.

In dieser Formation gibt es auch mehrere Arten großer Saurier, die man theils zu Lüneville, theils in Würtemberg und im Baireuth'schen gefunden hat.

Im bunten Sandstein hat man Fußeindrücke oder Thierfährten entdeckt (§. 70), wovon die einen offenbar Vögel anzeigen, und die andern, die von einigen Naturforschern auf beutelthierartige Säugethiere bezogen werden, nach Owens Meinung aber ungeheuern Batrachiern angehören würden.

Diese Formationen sind noch in einer andern Beziehung wichtig; denn es finden sich in ihrem obern Theil die steinsalzführenden Ablagerungen, die in Lothringen abgebaut werden; auch treten daraus sämmtliche Salzquellen des Juragebirges zu Tage. Sie sind es auch, wo die Salzlager und Salzquellen in England und im größten Theil von Deutschland liegen. Diese Ablagerungen sind immer von mehr oder weniger beträchtlichen Gypsmassen begleitet, die man ebenfalls allein an sehr vielen Orten, namentlich im mittäglichen Frankreich zumal da antrifft, wo die Triasformation entwickelt ist. Die obern sandigen Theile haben sich zu Chessy, bei Lyon durch Ablagerungen von Kupferlasur bemerkbar gemacht, welche unsern Mineraliensammlungen prachtvolle Exemplare geliefert haben.

§. 116. **Jurassische Formation, System des Lias.** — Die jurassische Formation, so genannt, weil das Juragebirge, welches daraus gebildet ist, oft als Andaltspunkt für die Vergleichung gedient hat, nimmt eine bedeutende Flächenausdehnung in Frankreich, England, Deutschland und in allen Theilen der Erde ein. Sie besteht aus abwechselnden Lagen von mehr oder weniger sandigem Thon und verschiedenen Kalksteinarten, häufig Oolithenkalken, was ihr auch den Namen Oolithformation gegeben hat. Keine ihrer zahlreichen Schichten ist mit den andern in nichtübereinstimmender Schichtung — ein Umstand, der eine lange Periode von Ruhe auf der Oberfläche von Europa anzuzeigen scheint. Dessenungeachtet aber kann man zur Erleichterung des Studiums nach verschiedenen Charakteren das Ganze in zwei Systeme und jedes System in verschiedene Gruppen theilen.

Das System des Lias, womit die Reihe beginnt, kann als aus drei Theilen zusammengesetzt betrachtet werden. Der erste, der unmittelbar den Lias bedeckt, stellt je nach den verschiedenen Lokalitäten sehr verschiedenartige Stoffe dar. In gewissen Gegenden, z. B. in Lothringen und im südlichen Frankreich nennt man Liassteine solche Sandsteine, welche in verschiedenen Punkten, wo sie auf Granit aufruhen, von dem sie gewissermaßen nach und nach die Charaktere annehmen, in Arkose übergehen; sie schließen verschiedene, erdhaltige Ablagerungen ein, z. B. Grau-Braunsteinerz in Burgund und Périgord, das grüne Chromoxyd bei Autun u. s. w. An andern Orten sind es verschiedene Kalkarten, z. B. in der Normandie, im südlichen Theil von Burgund und in Lyonnais, manchmal mit zerbrochenen Muscheln erfüllt und mehr oder weniger festen Muschelmarmor bildend, der sonst auch mit bläulichem Mergel, der da und dort herrscht, vorkommt.

Ueber dieser ersten Ablagerung finden sich in nicht sehr dicken, durch Lagen von blätrigen Mergeln getrennten Schichten dichte Kalksteine von gräulicher oder bläulicher Farbe. Diesen Kalksteinen, deren Charaktere überall ziemlich constant sind, gibt man hecieller den Namen Lias (lies Leias) oder Gryphiten kalk, weil sich in großer Anzahl die Gryphea arcuata darin findet.

Endlich finden sich im obern Theile Kalksteine mit Belemniten, die wenig oder gar keine Gryphiten einschließen, wie z. B. in der Landschaft Vivarais und dem größten Theil der Sevennen oder Mergel, welche bereits eisenschüssige Oolithe einschließen und sich dadurch mit dem Oolithsystem verbinden.

Dieses System ist durch die Gegenwart der Gryphea arcuata und das Erscheinen der Belemniten bezeichnend, welche sich bis daher noch nicht gezeigt hatten, so wie eine große Anzahl Ammoniten verschiedener Art, und eine Menge anderer Muscheln, die sich hier zu zeigen anfangen, um bald nachher wieder zu verschwinden. Die untern Lagen sind nach Leymerie durch die Gegenwart der Pecten isgdunensis (Fig. 211) und von verschiedenen Echinidenarten aus der Abtheilung der Diademen (Fig. 212) charakterisirt.

Fig. 211. Pecten isgdunensis.

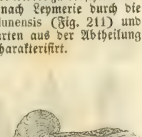


Fig. 213. Gryphea arcuata

Fig. 212. Diadema seriale.

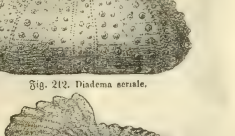


Fig 214. Ammonites Bucklandi.

Fig. 216. Plagiostoma giganteum.

Fig. 223. Ichthyosaurus communis.

Fig. 224. Plesiosaurus dolichodeirus.

Fig. 215. Spirifer Walcoli. Fig. 217. Plicatula spinosa.

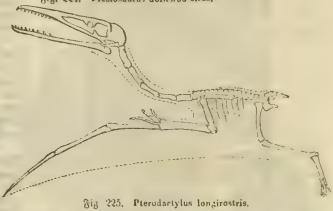


Fig. 225. Pterodactylus longirostris.

Die mittleren Schichten oder der eigentliche Lias unterscheiden sich besonders durch die Gryphea arcuata (Fig. 213), die Ammonites Bucklandi (Fig. 214), die Spirifer Walcoli (Fig. 215), mit welcher die Race erlöscht; die Plagiostoma giganteum (Fig. 216), die Plicatula spinosa (Fig. 217).

Endlich zeigt besonders der obere Theil eine große Anzahl von Belemniten (Fig. 218 u. 219) Ammonites Walcoti (Fig. 220), Avicula inæquivalvis (Fig. 221) u. s. w.

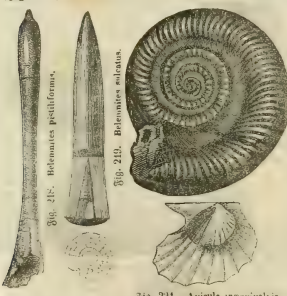


Fig. 218. Belemnites pistilliformis. Fig. 219. Belemnites elongatus. Fig. 220. Ammonites Walcotii.

Fig. 221. Avicula inæquivalvis.

Auch findet man in dieser Gruppe verschiedene Arten von Trigonia, z. B. Fig. 222, die in allen Theilen der Ablagerung vorzukommen scheinen; aber die Species dieser Gattung, welche vielleicht sehr wichtige Charaktere liefern werden, sind in Beziehung auf ihr Vorkommen noch nicht genug studirt worden. Sie setzen sich in der Oolithenreihe und bis in die Kreide fort.

Auch finden sich im Lias zum ersten Male jene eigenthümlichen Saurier, deren Skelete an die Eidechsen und Krokodile und zugleich an die Fische und Säugethiere erinnern; und deren ruderförmige Füße einen Aufenthalt im Wasser anzeigen: dies sind die Ichthyosauren (Fig. 223), von denen einige mehr als 7 Meter lang gewesen sein mußten; die Plesiosauren (Fig. 224), von denen einige Individuen nicht weniger als 4 Meter Länge hatten, und wegen der Länge ihres Halses, welcher dem Leib einer Schlange hinsichtlich der Form und des Baues gleicht, so merkwürdig sind.

Fig. 222. Avicula clavellata

Hier kommen auch zum ersten Mal die Pterodactiles, fliegende Saurier (Fig. 225), vor, die hinsichtlich der Form des Kopfes und des Halses sich den Vögeln annähern, aber hinsichtlich des Rumpfes und Schwanzes den gewöhnlichen Säugethieren nahe stehen, während die Gliedmaßen ganz besonders an die Fledermäuse erinnern; sie waren gleich fähig zum Gehen und Fliegen, vielleicht auch zum Anhängen und Klettern auf senkrechte Felswände, um ihre Nahrung zu suchen.

Diese Reste der sonderbarsten Wesen der Schöpfung finden sich im Lias von Lime-Regis, an der Küste von Dorset, von einer ungeheuren Menge von Coproliten begleitet, welche wahrscheinlich diesen Thieren angehörten; auch findet man zuweilen in ihrem Skelet die Eingeweide und dann auch Reste von Fischen und sogar von andern Reptilien, welche unstreitbar anzeigen, wie sich die im Wasser lebenden Arten ernährt haben. Was die Pterodactyles betrifft, so zeigen die Insektenreste, die man mit ihren Ueberresten zu Solenhofen in Franken gefunden hat, ohne Zweifel auch die Thiere, welche diesen merkwürdigen Wesen zur Nahrung dienten.

Die mit dem Krokodil verwandten Saurier waren in dieser Periode weit weniger häufig; und dennoch zeigt der Lias Reste, die schon ihr Vorhandensein und besonders eine große Dimensionsentwicklung beweisen. Der Megalosaurus, welcher in der Mitte zwischen dem Krokodil und der Warneidechse steht, mußte eine Länge von 15 bis 20 Meter gehabt haben.

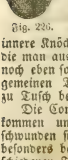


Fig. 226.

Ein Umstand von nicht geringerer Bedeutung ist die Gegenwart von Tintenbeuteln, die mit denen der Tintenfische Aehnlichkeit haben (Fig. 226) und manchmal ein beträchtliches Volumen erreichen. Man trifft sie auch im Lias von Lime-Regis mit Rückenknöchelchen vom Calmar (siehe Zoologie, §. 599), welche zuweilen die Spuren derselben zeigen, und mit Belemniten an, in deren Höhlen man sie gleichfalls sieht: dieser letztere Umstand deutet auf die Verwandtschaft dieser organischen Reste mit irgend einem Cephalopoden hin, von dem sie wahrscheinlich innere Knöchelchen waren. Die Tinte oder Sepia, die man aus diesen fossilen Resten gewinnen kann, ist noch eben so gut als diejenige, welche man aus dem gemeinen Tintenwurme bereitet und ist mit Erfolg zu Tusch benützt worden.

Die Coniferen, welche im bunten Sandstein vorkommen und in den folgenden Ablagerungen verschwunden sind, zeigen nur selten ihre Reste im Lias; besonders bemerkt man darin die Cicadeen, mit verschiedenen Farnkrautarten; dies war auch der Grund, warum man glaubte, daß von ihrer Anhäufung die Brennstoffablagerungen, die man an verschiedenen Orten in den obern Schichten des Gypses, z. B. auf dem Plateau von Larzac in den Sevennen und zu Withy in Yorkshire gefunden hat, herrühren; jedoch läßt uns alles glauben, daß jene — gleichsam in der Mitte zwischen der Schwarzkohle und der Braunkohle stehende Brennmaterialien, den Coniferen, deren Gewebe weit holzreicher ist, speciell zugeschrieben werden müssen.

Diese Formationen schließen auch Gyps, die man in verschiedenen Theilen der Sevennen abbaut, und Dolomite in der Nähe der auf feurigem Wege entstandene Gesteine ein (§. 93). In Punkten, wo der auf krystallinischen Gesteinen ruhende Liassandstein den besondern Charakter der Arkose angenommen hat, schließen die ihn überlagernden Kalke oft auch erzführende Ablagerungen ein; und entweder sind dies Eisenoxydoxyde, z. B. in der Voult in Ardèche; oder sind es Bleierze, z. B. im Lozeregebirge, im Aveyron-Departement, im Lot-Departement ꝛc.

§. 117. **Jurassische Formation. Oolithsystem.** — Das zweite System der jurassischen Ablagerungen stellt eine Reihe oft sehr mächtiger Kalksteinschichten dar, welche häufig den Charakter des Oolithes darbieten, und mit mehr oder weniger beträchtlichen Sand-, Thon- und Mergelschichten abwechseln. Sie kann sich in mehrere Gruppen theilen, welche sich von einander durch ihre relative Stellung in der Reihe und noch weit mehr durch die verschiedenen Fossilien, die man darin findet, unterscheiden; es sind sämmtliche charakteristische Ueberreste der vorhergehenden Gruppen ganz verschwunden.

1) Gruppe des **Hauptrogensteins.** Diese Gruppe, womit die Reihe der Oolithgebilde beginnt, stellt zuerst Mergelschichten zwischen Sand dar, hierauf Schichten von eisenschüssigem Oolith und oft sehr mächtige Bänke von dichtem Kalk, in welchem sehr feine Oolithe, mehr oder weniger reine Thone, und mehr oder weniger als Walkererde dienliche Thone zusammengebacken sind. Die erste dieser Mergelablagerungen schließt sich an die Liasmergel an, enthält aber eine neue Art von Gryphiten (Fig. 227), die sehr charakteristisch ist und sich nicht in den vorhergehenden Schichten findet.

Fig. 227. Gryphea cymbium.

Ueber diesen Ablagerungen finden sich Mergelschiefer und von eisenschüssigem Oolith durchdrungene Kalksteine, auf welche die erdigen Gebilde vom Hauptrogenstein (great oolit der Engländer) oder mehr oder weniger dichte und selbst erdige Kalksteine und Grobkalk folgen, die zuweilen völlig aus Encrinitenüberresten gebildet sind. Weiter oben kommen noch Mergel, Sand, Thon, mehr oder weniger grobe Kalke, die manchmal mit Muscheln angefüllt sind und Muschelmarmor bilden: dies sind die Bradfort clay, Forest marble et Corabrasch der Engländer.

Ungeachtet der oft zerbrochenen und in Abdrücken vorkommenden, zahlreichen Fossilien, welche diese Gruppe einschließt, kann man doch nicht ohne Schwierigkeit solche anführen, die sehr charakteristisch sind, und wir hätten auch in dieser Beziehung nicht ohne die wohlwollende Vermittlung des Herrn Leymerie, Professor an der Fakultät der Wissenschaften zu Toulouse, welcher diese Formation so sehr erforscht hat, zu begründen gewagt haben.

Zu der Gryphea cymbium (Fig. 227), welche die erste Ablagerung der Gruppe, die uns in diesem Augenblick beschäftigt, und welche daraus gewissermaßen noch einen neuen geognostischen Horizont bildet, kann man die Ostrea acuminata (Fig. 228) hinzufügen, die sich in den obern Mergeln, oder den Kalken, die sie ersetzen, finden; ebenso auch verschiedene Terebrateln (Fig. 229 bis 231), welche dem untern Oolith specieller anzugehören scheinen, sowie auch die kleine kugelige Ammonitenart (Fig. 232).

In den eigentlichen Kalkschichten finden sich ver-

Fig. 228. Ostrea auriculata.

Fig. 229. Terebratula digona.

schiedene Ammonitenarten (Fig. 233); verschiedene Arten von Pleurotomaria, welche ziemlich charakteristisch erscheinen (Fig. 234), und eine große Anzahl Muscheln, die verschiedenen Arten angehören. Die oft sehr zahlreichen Encriniten scheinen sich besonders auf die birnförmigen Arten (Apiocrinites) zu bezie-

Fig. 230 Tereb. globata.

Fig. 231. Tereb. spinosa.

Fig. 232. Am. Brongniarti.

Fig. 233. Amm. striatulus.

hen, und sich manchmal selbst an der nämlichen Stelle zu befinden, wo sie einst gelebt haben, und wo sie an festgewordenen Substanzen, welche den Boden des Meeres bildeten, festsitzen und allmählig durch die erdigen Niederschläge, die sich bildeten, bedeckt wurden.

Fig. 234. Pleurotomaria conoidea

Fig. 235. Unterkiefer von Didelphys Bucklandi, in zweifacher Größe.

Auch die Mergel und Kalkschiefer, mit welchen die Oolithschichten beginnen, bieten etwas Wichtiges dar — nämlich das Auftreten der ersten fossilen Säugethiere, die man in dem Stonesfield-Schiefer (kleinkörniger Oolith) entdeckt hat. Diese kleinen Thiere (Fig. 235) gehören zu den Beutelthieren (Zoologie, §. 292, 389), d. h. zu einer der unvollkommensten Ordnung der Säugethiere. Ebenso hat man auch in diesen Theilen der Oolithformation Knochen von sehr großen Thieren, welche man für Cetaceen hielt, gefunden.

Die Coniferen, die man vom Muschelkalk an selten mehr findet, erscheinen ziemlich häufig in der Oolithreihe in besondern Gattungen (Fig. 236) mit den Cycadeen (Fig. 237) und in verschiedenen Farnkrautarten, die ganz verschieden von denen sind, welche man in den ältern Schichten antrifft, endlich tritt auch ein eigentliches Equisetum (Fig. 238) auf.

Fig. 236. Brachyphyllum.

Fig. 237. Pterophyllum Williamsonis.

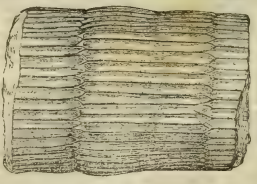


Fig. 238. Equisetum columnare.

2) Gruppe des Orfordthones (Orfordgruppe). Weniger complicirt, als die vorhergehende, bietet diese Gruppe zuerst mächtige Thonschichten (Oxford clay) mit mehr oder weniger mergeligen Schichten und geschichteten Kalkmassen dar. Ueber diesen finden sich Sand und erdiger Kalk, oder compacte und mehr oder weniger oolithische, oft eisenschüssige Kalksteine. In dieser Gruppe treten die Ablagerungen von oolithischem Eisenerz auf, die bereits in der vorhergehenden Gruppe erschienen sind und die man in Burgund, in der Franche-Comté, in Lothringen abbaut; sie sind oft sehr reich an Fossilien, besonders

an Ammoniten; auch führt man als sehr gemein die Ananchites bicordatus (Fig. 239) an.

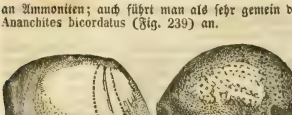


Fig. 239. Ananchites bicordatus.

Bezeichnend für den Oxfordthon ist dies, daß im Thon, oft in ziemlich großer Menge, eine neue Gryphitenart (Fig. 240), ferner die Ostrea Marshii (Fig. 241), die schon in der vorhergehenden Gruppe

Fig. 240 Gryphaea dilatata.

Fig. 241. Ostrea Marshii.

beginnt, eine ziemlich große Anzahl verschiedener Terebrateln vorkommt, unter denen sich in den obern Theilen die Terebratula Thurmanni (Fig. 242) und die Terebratula impressa (Fig. 243) auszeichnet. Die

Fig. 242. Tereb. Thurmanni.

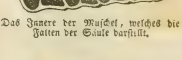
Fig. 243. Tereb. impressa.

Muschelabdrücke bestehen häufig aus Kieselerde, und man findet in den verschiedenen obern Schichten Lagen von Kieselerdekugeln mit einer lockeren Textur, welche manchmal Kieselerdeabdrücke von Muscheln einschließen, denen man in der Haute-Saone den Namen Chaille (poröser Quarz) gibt. Auch sind noch andere Lagen von Kugeln da, die aus dichtem Kalkstein mit kieselerdehaltigem Thone bestehen, und Spheriten (Spherites) heißen. Man hat diese Körper manchmal für organische Reste gehalten, was übrigens wenig Wahrscheinlichkeit für sich hat.

3) Gruppe des Korallenkalks. Diese Gruppe besteht beinahe ganz aus Kalk und theilt sich in verschiedene, dicke Schichten, welche sich von einander durch ihre Struktur unterscheiden. Die ersteren sind gewöhnlich compact, gräulich oder gelblich, mit Polypen angefüllt, die eine körnige Struktur gaben oder in Kieselerdezustand übergegangen sind: dies ist der Coral rag der Engländer. Von den folgenden Schichten sind die einen oolithisch, häufig mit unregelmäßigen groben Körnern, die noch mit Fragmenten von abgerundeten Muscheln gemengt sind; die andern sind compact, gehen in Kreide über oder werden selbst mergelig, und sind mehr oder weniger fest.

Die zahlreichen, von dieser Gruppe eingeschlossenen Korallen sind die Caryophyllia, Astrea, Meandrina, Madrepora, in einer großen Anzahl Arten, die mehr oder weniger mit den Arten verwandt sind, die wir bereits bei den Korallenriffen (§. 66) angeführt haben. Unter den Muscheln kommen die Ammoniten nicht zahlreich vor; dagegen schließen über den Oolithgebilden, wo sämmtliche organische Ueberreste zerbrochen sind, die ersten Schichten eine große Menge verschiedener Muscheln ein, unter denen man die Nerineen (Fig. 244, 245) unterscheidet. Die obern Schichten enthalten sehr viele Astarten (Fig. 246, 247), worvon die am meisten charakteristische die Astarte minima ist. Unter den übrigen Muscheln kann man die Diceras arietina (Fig. 248) und unter den Echinodermes die Cidaris coronata (Fig. 249) anführen.

Fig 241 Nerinea Godhallii.



Das Innere der Muschel, welches die Falten der Säule darstellt.

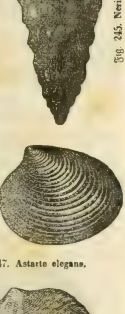


Fig. 245. Nerinea Mosae.

Fig. 246 Astarte minima.

Fig. 247. Astarte elegans.

Fig. 248 Abdruck und Muschel von Diceras arietina.

Fig 249. Cidaris corona.

4) Gruppe des obern Jurakalks (Plattenkalk, lithographischer Stein, Portland Stone). Diese letzte Gruppe ist von der vorhergehenden durch mächtige Thonlager (Kimmeridge clay) getrennt, über welchen die Juraformation durch Abwechslungen von compacten, mergeligen, sandigen oder oolithischen Kalksteinen mit sehr kleinen Körnern aufhört.

Die organischen Reste, welche diese Gruppe charakterisiren, sind Austern und eigenthümliche Arten von Exogyra (Fig. 250 und 251), die manchmal in

Fig. 250. Ostrea deltoidea

Fig. 251. Exogyra virgula.

solcher Menge vorhanden sind, daß man sie gleichsam umschaufeln kann. Uebrigens findet man nebst einigen Ammoniten: Mya, Pholadomya, Terebratula (Fig. 252 bis 254), die gleichfalls charakteristisch sind. Gewisse Schichten dieser Gruppen schließen Paludinen

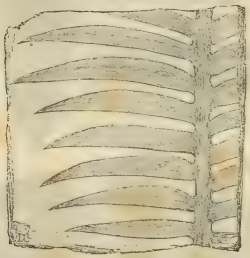


Fig. 255. Zamia feneonis.

und Gartenschnecken ein, welche daher eine Strömung von Süßwasser anzeigen, in die Meere, die in jener Epoche Statt fand.

Zu diesen obern Theilen der Juraformation rechnet man noch den lithographischen Stein von Solenhofen in Baiern, in welchem man eine ungeheure Menge Fossilien gefunden hat, Reptilien, besonders Pterodactyles, nämlich: Fische, Insekten, Pflanzen ꝛc.

Der Thon dieser Gruppe schließt manchmal kleine Anhäufungen von Brennstoffen ein, die bisweilen abbauwürdig und gewöhnlich mit Schwefelkies angefüllt sind, und aus Coniferen gebildet zu sein scheinen, welche ihre Holzstruktur beibehalten haben (siehe §. 123); auch finden sich Cycadeenreste in den letzten Kalkschichten dieser Gruppe oder vielleicht im untern Theile der Kreideformation.

§. 118. **Ausdehnung der Juraformation.** — Die Jurakalkablagerungen treten überall auf der Oberfläche der Erde sehr häufig auf. In Frankreich bilden sie eine Art Netz, das in der Karte Fig. 256, durch die senkrechte Schraffirung angezeigt ist. Von den Küsten des Oceans dehnt sich ein breiter Streifen gegen La Rochelle hin durch Poitiers, Chateauroux, Bourges, Aurerre, Chaumont, Nancy bis Luxemburg und Mezières aus, wo er in den alten Schiefern der Eifel und des Ardennenwaldes (§. 110) endigt. Im westlichen Theile verbindet sich damit ein schmaler Streifen, welcher seine Richtung nördlich von Angers durch Alençon, Argentan, Caen, bis zu den Felsen des Calvados nimmt. Verschiedene, durch diese Richtung mit einander verbundene Theile hüllen das Centralplateau von Frankreich durch Angouleme, Perigueux, Ville franche, Aveyron, Montauban, Rodez, Mende, Milhau, Montpellier, Alais, Aubenas, Privas ein, von wo aus sie sich gewissermaßen mit den Theilen vereinigen, die sich von Beaune bis Lyon ausdehnen.

Aus diesen Kalken besteht das Juragebirge, das sich von der Höhe von Vienne in der Dauphiné bis zum Rhein erstreckt und sich durch Besançon, Besoul, Langres mit dem großen Querstreifen verbindet. Man

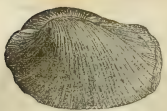


Fig. 252. Pholadomya acuticosta.

Fig. 253. Mya rugosa.

Fig. 254. Terebratula sella.

Fig. 256. Karte der Juraformation in Frankreich.*

* Allemagne = Deutschland.
Angleterre = England.
Berne = Bern.
Dunkerque = Dünkirchen.
Espagne = Spanien.
Liége = Lüttich.
Mer Méditerranée = Mittelländisches Meer.
Suisse et Savoie = Schweiz und Savoyen.

erkennt sie in der ganzen Ausdehnung der Alpen von Savoyen und Piémont, der Dauphiné, wo sie besondere Charaktere darbieten und von wo aus sie sich in die Provence fortsetzen. Auch findet man sie in einigen Punkten der Pyrenäen — einerseits in Spanien von Bilbao bis zur Höhe von Pampeluna, andererseits in Frankreich zwischen dem Ossau- und Ariègethal zu Tage liegen. Da und dort sind alle diese Streifen mehr oder weniger zerstückelt, und manchmal durch neuere Bildungen unterbrochen, die sich über sie hinaus in den untersten Theilen, die sie darbieten, ausdehnen.

Der Lias herrscht als schmaler Streifen am westlichen Rande der Vogesen, ebenso auch ganz um den Granittheil des Morvans oder des Centralplateau von Frankreich herum. In Lothringen und Burgund schließt er viele Gryphiten (Gryphæa arcuata) ein; dagegen machen ihn in Vivarais die Belemniten charakteristisch.

Die Oxfordthongruppe ist sehr ausgedehnt in der Franche-Comté und in Lothringen, in Poitou, in der Landschaft Quercy, in den Sevennen und auch in der Normandie. Die Korallenkalkgruppe bildet einen Streifen, der von Champagne nach Burgund, Bourbonnais, Berry läuft, und sich wieder in Saintonge und in der Landschaft Quercy findet. Die Gruppe des obern Jurakalkes endlich läßt sich am äußern Saßlband dieser letzteren Gebilde erkennen.

In den Alpen ist die jurassische Formation auffallend modificirt durch das Auftreten krystallinischer Gesteine, welche ihre Masse überall gehoben haben. Statt der matt aussehenden, gräulichen oder gelblichen, compacten oder erdigen Kalksteine begegnet man gefärbtem Marmor jeder Art, zuweilen auch weiß geaderktem Marmor; die thonige oder sandige Gebilde sind in verschiedene Schiefer, Grauwacken, die mit denen der alten Formationen zu vergleichen sind, in Quarzfelsen, in Glimmerschiefer ꝛc. umgewandelt.

§. 119. **Untere Kreideformation.** — Ueber der jurassischen Formation kommen in nicht übereinstimmender Schichtung, die man an sehr vielen Orten beobachtet, die ungeheuren Kreideablagerungen, die selbst wieder in mehrere andere nach den nichtübereinstimmenden Schichtungen getheilt sind, die man zwischen einigen ihrer Theile bemerkt hat, die man aber nur noch in zwei Abtheilungen bringt: nämlich in den untern und den obern Theil. Der erstere bietet verschiedene Stufen dar, die wir jetzt kennen lernen wollen.

1) Neocomien (von Neuenburg, Neocomium). Die ersten Ablagerungen, die sich auf den von der jurassischen Formation gehobenen Schichtenköpfen gebildet haben, bestehen aus Mergeln, die man besonders in der Schweiz beobachtet, sodann aus gelblichen Kalksteinen, die mehr oder weniger grob und durch eine Menge Spatangen (Spatangi) (Fig. 257), durch viele Reste von Muscheln und Polypen verschiedener Arten charakterisirt sind. Dieser Kalkstein erscheint bald in ziemlich mächtigen Schichten, bald bloß in großen Linsen, die in Thonmergeln und in Sand liegend zusammengebacken sind; zuweilen fehlt er ganz. Ueber ihm finden sich Thone, die oft eine große Menge Exogyræ (Fig. 258) und Austern einschließen, unter welchen man eine große Art unter dem Namen Ostrea Leymerii und oft auch die Lima elegans (Fig. 259) unterscheidet. In diesem Thone

Fig. 257. Spatangus retusus.

Fig. 258. Exogyra sublobata.

Fig. 259. Lima elegans.

Fig. 260. Chama ammonia.

finden sich auch große Kalksteinlinsen, die sehr platt und von den nämlichen fossilen Muscheln angefüllt sind und Muschelmarmor darbieten, welche man mit den durch Aufhäufung der Exogyra virgula gebildeten der Portlandgruppe nicht verwechseln darf. Endlich folgen, wenigstens in der Champagne, der Picardie, in Boulonnais Sand und Thone, die manchmal bunt gefärbt sind und in welchen Eisenerze, gewöhnlich oolithische, vorkommen, die in der Haut-Marne und in Aube abgebaut werden. Die Muschelreste sind alsdann beinahe ganz verschwunden und zeigen sich nur noch bei den eisenhaltigen Gebilden.

Diese letzteren Ablagerungen scheinen an manchen Orten gefehlt zu haben, und es zeigen sich alsdann, wie z. B. in den südlichen Theilen von Burgund, der Franche-Comté, in der Dauphiné und der Provence, mächtige Schichten von mehr oder weniger festen, bald weißen, bald gefärbten Kalksteinen, welche Hippuriten, Spherulithen und selbst Nummuliten einschließen, die man lange Zeit als bloß zu den tertiären Ablagerungen gehörend betrachtet hat. Außerdem findet man darin ein sehr charakteristisches Fossil, das man anfangs mit den Dicerates (Fig. 248) verglichen hat und heutzutage Chama ammonia (Fig. 260) nennt. Diese Muschelart, die oft in großer Menge vorkommt, ist immer dergestalt in die Masse des Gesteins, wo man sie durch die Krümmungen erkennt, welche sie darein zeichnet, eingebacken, daß es etwas sehr Schwieriges ist, sie davon abzulösen. Es finden sich darin auch verschiedene Ammonitenarten, riesenmäßige Hamiten, mehrere Arten von Crioceratiten (Fig. 261) und von Belemniten. Die Trygoniæ, die noch darin vorkommen, und sich im grünen Sandstein fortsetzen, stellen neue Arten dar (Fig. 262), die bezeichnend zu sein scheinen.

Im südwestlichen Frankreich, so wie in den Pyrenäen, zeigt die Kreideformation besondere Charaktere in Beziehung auf die von ihr eingeschlossenen organischen Reste, so wie oft auch in mineralogischen Beziehungen. Man bemerkt darin eine große Anzahl Muscheln, die durch ihre Formen und ihre besondere Struktur sehr merkwürdig sind und mit den Namen Hippurites, Radiolites und Spherulites (Fig. 263 bis 265) bezeichnet werden. Besonders in Corbières findet sich ein sowohl durch die Anzahl als Mannigfaltigkeit der Arten sehr berühmt gewordenes Lager (bei den Bädern von Rennes). Auch Nummuliten (Fig. 266) finden sich darin; es gibt sogar einige Ablagerungen, die ganz daraus bestehen.

Man weiß nicht gewiß, zu welchem Theile der untern Kreideformation diese Gesteine gezählt werden sollen, sie scheinen aber zum Theil den Neocomien darzustellen. In den Pyrenäen sind die Schichten oft

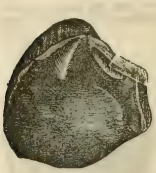


Fig. 262. Trigonia alæformis.

Fig. 261. Crioceratites Duvali.

Fig. 263. Hippurites bioculata.

Fig. 264. Hippurites organisans.

Fig. 265 Sphærulites ventricosa oder Radiolites turbinata.

Fig. 267. Mantellia nidiformis.

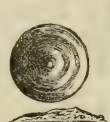


Fig. 266. Nummulites der Kreide.

ganz dunkel davon gefärbt und durch Thonschichten getrennt, weßwegen man sie auch ehemals auf die Uebergangsformationen bezog; aber dagegen sind sie weiße Kreiden im nördlichen Theile des Beckens der Gironde.

Der Neocomien, den man anfangs nicht von den untern Theilen der Kreideformation unterschieden hat, wird heutzutage auf einem großen Theil von Frankreich, in der Schweiz, in verschiedenen Theilen Deutschlands, in Polen und bis in die Krimm hinein, gefunden. Hie und da bemerkt man darin mehr oder weniger beträchtliche Gypslager, die bald isolirt liegen, bald mit den krystallinischen Gesteinen in Verbindung stehen, z. B. mit den Ophiten in den Pyrenäen.

Wälderthon-Ablagerung (Weald clay). In den ersten Schichten der Kreideformation trifft man häufig Ueberreste von organisirten Körpern an, welche der Paludina anzugehören scheinen und daher hie und da Süßwasserzuflüsse in die Meere, wo sich alle diese Ueberreste ansammelten, anzeigen. Man findet darin auch Ablagerungen verbrennlicher Stoffe, welche man immer mit dem Namen Lignite bezeichnet hat, und welche wahrscheinlich den Coniferen (es gab damals noch keine Dikotyledonen), welche ohne Zweifel durch die Flüsse herbeigeführt wurden, ihre Bildung verdanken: diese Braunkohlenablagerungen sind z. B. die in der Umgegend von Orthez, im Departement des Landes; die von Bellesta und Saint-Girons in der Ariège, von Jrun u. s. w. Aber alle diese Verhältnisse sind Nichts im Vergleich zu denjenigen, die schon seit lange in England in denjenigen Theilen der Grafschaften Kent, Surrey und Sussex bezeichnet wurden, die mit dem Namen Wealds benannt sind, woher denn auch der Ausdruck Weald clay (Wälderthon) gekommen ist.

Diese Formation besteht aus wechsellagernden Schichten von Kalk, mehr oder weniger eisenhaltigem Sand und Thon, die manchmal von außerordentlicher Mächtigkeit sind. Es finden sich Kalkfleinschichten, die ganz aus Paludinen (§. 65, 74) zusammengesetzt sind und den Purbeck-Kalk bilden. Die Blätter der thonigen Substanzen sind von Cyclades und Anodontes (§. 74, Fig. 66, 67) bedeckt und man findet darin eine Menge kleiner Muschelkrebse (aus der Gattung Cypris). Es gibt mehrere Süßwasserfischarten, Reste von Flußschildkröten, mit Meeres- und Landsauriern gemengt, worunter der mon-

tröse Iguanodon, welcher eine Länge von mehr als 20 Meter haben mußte, wenn man nach der Größe der Knochen urtheilen will, und welcher durch seine ganze Gestaltung sich den Leguanen (Zoologie, §. 458) nähert.

Bei dieser Formation haben wir die Schlammschichte der Insel Portland (§. 70) angegeben, wo sich in Kieselerde umgewandelte Cycadeenstämme mitten in der Dammerde, woraus die Ablagerung besteht, in aufrechter Stellung finden (Fig. 267); man begegnet darin auch noch verschiedenen Coniferen- Equisetaceen- und Farnkrautarten. Endlich finden sich darin auch Vogelreste aus der Ordnung der Stelzvögel; aber noch keine Säugethiere, die man jedoch bereits in den Mergeln des Hauptrogensteins (§. 117, Fig. 235) wahrgenommen hat.

Man glaubt per inductio, daß man zum Wälderthon die Thone in der Umgegend von Boulogne beziehen könne, welche auf die von England an der südlichen Küste der Meerenge, so wie die von Forges und Savigny in der Landschaft Bray, wo man Kalke mit ähnlichen Paludinen, wie die des Purbeck-Kalkes angeführt hat, zu folgen scheinen. Gewiß ist's, daß, zufolge der Beobachtungen des Herrn Leymerie, diese Gebilde mit denen im Aube-Departement in Verbindung stehen und einen Theil von den obern Neocomienthonen ausmachen; wenn sich Spuren von Süßwasserniederschlägen zeigen, so sind sie ein Beweis von der Verbindung des Wälderthones mit denen aus jener Epoche.

2) Grüner Sandstein. Kreidetuff. — Ein weißer, gelblicher, oft sehr eisenhaltiger Sand, der Kalkmassen einschließt; ferner Sand, mit grünen, in einer Menge kleiner Körner vorkommenden Substanzen, Kalkschichten, blaue Mergel (oder Gault der Engländer), Thone, mehr oder weniger feste Sandsteine, ebenfalls von grünen Substanzen erfüllt, dies sind die Ablagerungen, welche auf den Neocomien (die Wälderthonformation mit eingerechnet) folgen und sogar an einigen Orten, wie es Leymerie im Aube-Departement beobachtet hat, in nichtübereinstimmender Schichtung auftreten. Diese Ablagerungen nennt man gewöhnlich grünen Sand oder Grünsand, green sand der Engländer, welcher gewisse Quadersandsteine, so wie den Plänerkalk in sich begreift.

Reichlicher tritt der darüber ruhende Kalkstein auf; dieser mischt sich zuerst mit Sandsteinen, isolirt sich hierauf nach und nach und schließt dann nur noch grüne Körner ein, die anfangs in großer Menge vorhanden sind, und hierauf allmählig verschwinden: dies ist alsdann die grüne oder chloritische Kreide, die bald erdig, bald fest ist. Wenn endlich die grünen Körner ganz verschwunden sind, so findet sich der Kalk allein für sich und stellt bald die reine Kreide dar, die mehr oder weniger fest ist und zuweilen sehr dicht wird; bald bietet er thonige und sandige Kalke und endlich beinahe ganz reinen Sand oder Sandsteine dar. Daraus gehen nun der Kreidetuff, oder die ihn vertretenden Ablagerungen hervor.

In diesen Gebilden sind die organischen Ueberreste nicht nur sehr häufig, sondern auch hinsichtlich der Arten und selbst hinsichtlich der Gattungen von allen organischen Resten der vorhergehenden Formationen sehr verschieden. Schon an der Basis kann man in Frankreich und selbst in England, unmittelbar über dem Wälderthon eine Mergelschichte anführen, welche die durch die Gegenwart einer 5 bis 6 Zoll im Durchmesser haltenden Exogyra-Art (Fig. 268) charakterisirt und nicht im Neocomien erschienen ist. In den blauen Mergeln ist nach Leymerie die Nucula pectinata (Fig. 269, eine charakteristische Muschel. Uebrigens kann man im Allgemeinen für den grünen Sandstein Inoceramus concentricus (Fig. 270), Plicatula placunea (Fig. 271), mehrere Ammonitenarten, z. B. Ammonites monile (Fig. 272), die ziemlich charakteristisch ist, hinzufügen.

Fig. 268. Exogyra sinuta.

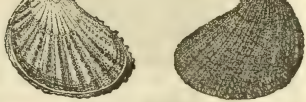


Fig. 269. Nucula pectinata. Muschel und Abdruck.

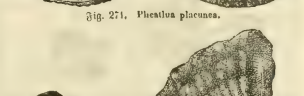


Fig. 271. Plicatula placunea.

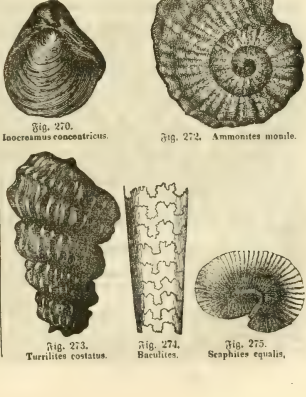


Fig. 270. Inoceramus concentricus.

Fig. 272. Ammonites monile.

Fig. 273. Turrilites costatus.

Fig. 274. Baculites.

Fig. 275. Scaphites equalis.

Im Kreidetuff haben wir bereits die Turrilites und Baculites (Fig. 273, 274) angeführt, wovon die letztern sich in verschiedenen Arten bis in die höchsten Theile der Kreideformation fortsetzen. Man kann auch die Scaphites (Fig. 275), einige besondere Arten von Ammoniten (Fig. 276 u. 277), die Exogyra columba (Fig. 278), Ostrea carinata (Fig. 279), Terebratula octoplicata (Fig. 280) hinzufügen, die bis in die weiße Kreide hineinreichen.

Fig. 276. Ammonites varians.

Fig. 277. Amm. rothomagensis

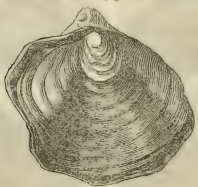


Fig. 278. Exogyra columba.

Fig. 279. Ostrea carinata.

Fig. 280 Terebratula octoplicata.

In diesen Ablagerungen fangen erst die eigentlichen Haifische, die zugleich die saurierartigen Fische ersetzt haben (§. 111), und die schwimmenden Saurier an, die deßhalb gefräßig gewesen zu sein scheinen, um der allzuschnellen Zunahme der andern Thiere Gränzen zu setzen. Den Haifischen scheint diese Rolle schon von der Kreideperiode an bis auf unsere Tage übertragen gewesen zu sein; sie mußten aber ursprünglich ein weit größeres Volumen gehabt haben, als heute, denn bei den jetzt lebenden, 10 Meter langen Arten sind die Zähne nur 5 bis 6 Centimeter hoch und an der Basis 4 bis 5 Centimeter breit; dagegen finden wir unter den fossilen Resten 12 Centimeter lange Zähne. Man schätzt die Größe des Thieres, das diese Zähne getragen hat, auf 20 bis 25 Meter, und der offene Rachen mußte einen Durchmesser von 3 Meter haben.

§. 120. **Obere Kreideformation.** — Hier zeigt sich die eigentliche Kreide, welche an vielen Orten die vorhergehende Formation ohne Unterbrechung fortsetzt, aber sich in einigen Punkten, wie z. B. im östlichen Theil der Dauphiné, in nichtübereinstimmender Schichtung mit den grünen Sandsteinen findet. Häufig ist sie in einem wenig festen Zustand und erweichbar, wie wir am spanischen Weiß sehen, wo sie eine ungeheure Menge mikroskopisch kleiner Muscheln zeigen, die zur Gruppe der Foraminiferes gehören. In andern Fällen findet man sie sandig und manchmal sehr fest. Obgleich sie sehr häufig weiß ist, so wird sie doch auch an gewissen Orten grau, gelb, roth u. s. w. gefärbt; zuweilen nimmt sie auch einen oolithischen Charakter an, und wird beinahe krystallinisch, sogar talkerdig, und zwar selbst an Orten, die von den krystallinischen Substanzen, wodurch sie hätten verändert werden können, sehr weit entfernt sind.

Der untere Theil ist häufig durch die Thone schmutzig geworden; man nennt diesen Theil **mergelige Kreide**. Ueber dieser wird sie dann reiner und schließt eine große Anzahl Feuersteinknollen ein, welche mit einander vereinigt, eine Art von Lagen oder Schichten bilden, die sich bei geringer Mächtigkeit mehrere Male wiederholen. Jedoch fehlt dieser Cha-

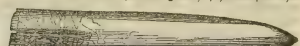


Fig. 281. Belemnites mucronatus.

Fig. 282. Plagiostoma spinosum

Fig. 283. Ostrea vesicularis.

Fig. 284. Catylus Cuvieri.

Fig. 285. Terebratula Defrancii.

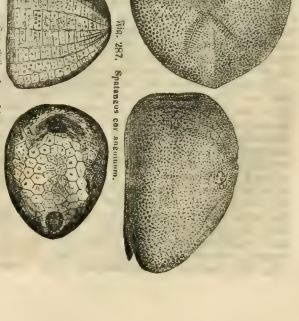


Fig. 286. Anancites ovalis.

Fig. 287. Spatangus cor anguinum.

Fig. 288. Der Kopf des Mosasaurus von Maestricht.

Fig. 289. Milioliten (sehr vergrößert).

rakter, obgleich er sehr gemein ist, an sehr vielen Orten, sei es nun, daß die Ablagerung, der er eigen ist, sich nicht entwickelt hat, oder sei es, daß sie in verschiedenen Umständen gebildet worden ist. In ihrem obern Theile wird die Kreide oft sehr sandig, wie wir es z. B. um Maestricht herum wahrnehmen.

Mit Ausnahme der Baculiten, die man bei Maestricht findet, sind die Reste der gränzgliedrigen Cephalopoden in den obern Kreidegebilden vollständig verschwunden; dagegen bleiben noch besondere Belemniten-Arten, z. B. Belemnites mucronatus (Fig. 281), und eine Menge verschiedener organischer Ueberreste übrig, die man nicht im Kreidetuff antrifft: dies sind die Plagiostoma spinosum (Fig. 282); Ostrea vesicularis (Fig. 283); Catylus Cuvieri (Fig. 284) mit einer faserigen Struktur; Terebratula Defrancii (Fig. 285); Ananchites ovatus (Fig. 286); Spatangus cor anguinum (Fig. 287).

In dem obern Theil dieser Ablagerungen hat man neben vielen andern Fossilien den ungeheuren Saurier gefunden, den man unter dem Namen Thier von Maestricht kennt. Den Leguanen benachbart, hatte er nicht weniger als 8 Meter in der Länge, und sein mit einem furchtbaren Zahnapparat bewaffneter Kopf (Fig. 288) war 1½ Meter lang. Er bildet die Gattung Mosasaurus.

Die Kreide bietet uns auch Reste von Säugethieren aus der Ordnung der Cetaceen, die sich auf die Lamantine und Delphine beziehen.

§. 121. **Ausdehnung der Kreideformationen.** — Die Gruppen der Formationen, von denen vorhin die Rede war, haben eine ungeheure Ausdehnung. Von Irland und England aus setzen sie sich, nachdem sie den Kanal La Manche überschritten haben, einerseits in der Normandie, in Touraine, Sologne, Saintonge und Perigord bis in die Pyrenäen und den nördlichen Theil von Spanien, in die Balearen u. s. w. fort. Anderseits dehnen sie sich von der Normandie an in der Picardie, Artois, Belgien, sodann in der Champagne, in Aurerrois, Blaisois, und auf diese Weise das Becken von Paris von allen Seiten umgebend, aus. Auch finden sie sich in mehreren Gegenden Deutschlands, in Dänemark, Schweden, Rußland (Podolien), Polen, Gallizien, Ungarn, wo der grüne Sandstein, vielleicht auch der Neocomien, den größten Theil der Karpathen bildet. Ferner in der Krimm, in Griechenland und Kleinasien, in Albanien, Dalmatien, Italien, Sicilien, dann in der ganzen Provence und in den Alpen, die sie von allen Seiten umgeben. Sie sind die weitausgedehntesten Ablagerung des Flötzgebirges, die wir kennen, und überdies bezeugt die Mächtigkeit der verschiedenen Theile lange Perioden von Ruhe, während derselben die Meere sich dann allmählig ausfüllten.

Auf der Karte der jurassischen Formation (Fig. 256) ist auch die Lage der Kreideablagerungen in Beziehung auf Frankreich angegeben. Sie finden sich in der That fast überall am äußern Theil der jurassischen Streifen, die wir darauf angegeben haben — einerseits gegen das Becken von Paris hin, anderseits am Rande des Beckens von der Garonne, sodann in der ganzen Länge der Pyrenäenkette, am östlichen Abhang der Sevennen, von Montpellier bis Privas, längs der Berge der Dauphine, bis in die Provence. Im Allgemeinen herrscht die untere Gruppe vor und scheint sogar an sehr vielen Orten für sich allein aufzutreten. Die obere Gruppe zeigt sich bloß im östlichen Theile des Beckens von Paris, wo sie übrigens von spätern Gebilden verdeckt ist, einigermaßen entwickelt; darüber hinaus bildet sie nur einen leichten Streifen am Abhange der Pyrenäen, und eine nicht sehr ausgedehnte Gruppe im östlichen Theil der Haut-Dauphine.

Die Kreide findet sich, wie die jurassischen Ablagerungen, sehr oft in den verschiedenen Orten modifizirt, wo sie durch die Felsen, die aus dem Innern der Erde emporgestiegen sind, umgestürzt wurde; dies geschah z. B. in den Pyrenäen und Alpen, wo sie solche Charaktere darbietet, daß man sie lange Zeit für Uebergangsformationen gehalten hat. Man war nicht wenig erstaunt, als Brongniart durch die Vergleichung der Fossilien sehen ließ, daß das Eisgebirge bei Chamouny, die Diablerets, nordöstlich von Ber, und mehrere andere Theile der Vorposten der Alpen, zu den Gesteinen der Umgegend von Paris, und namentlich zu der Kreide, gehören.

§. 122. **Bariserformation.** — Ablagerungen von Sand und mehr oder weniger sandigem Kalk und Thon bilden die Massen der Gebilde, von denen wir jetzt zu sprechen haben. Diese Substanzen sind aber nicht über einander gelagert, sondern hängen als veränderliche Theile eines und desselben Ganzen an einander. Um Brüssel herum bildet der Sand den vorherrschenden Theil; der Thon charakterisirt die Gebilde um London herum; dagegen ist der Kalk um Paris außerordentlich entwickelt.

Die Umgebung von Paris. — Man verdankt besonders Cuvier und Brongniart die Beschreibung dieser früher so vernachlässigten Ablagerungen, deren Kenntniß so sehr zum Fortschritt der allgemeinen Geologie beigetragen hat. Ueber der Kreide findet sich zuerst ein Thon, den man plastischen Thon nennt, weil seine verschiedenen Abänderungen zur Fabrikation verschiedener Töpferwaaren benützt werden können. Dieser Thon ist einerseits in der Umgebung von Montereau, und anderseits zwischen Soudan und Dreux, wegen seiner Reinheit und weißen Farbe sehr merkwürdig und dient zur Fabrikation der feinen Töpferwaaren. Um Paris herum ist er gefärbt und unrein, und eignet sich daher nur zu gröberem Töpfergeschirr. Er schließt Lignite ein, wo sich vielleicht zum ersten Mal neben zahlreichen Coniferen einsamenlappige Phanerogamen (Monokotyledonen), wahre Palmenbäume und einige Dikotyledonen finden. Auch zeigen sich darin Süßwassermuscheln, und im obern Theile Meeresmuscheln.

Ueber dem Thone finden sich bedeutende Ablagerungen von mehr oder weniger sandigem Grobkalk, deren verschiedene Bänke sich durch verschiedene Charaktere leicht unterscheiden lassen. Dieser Kalkstein

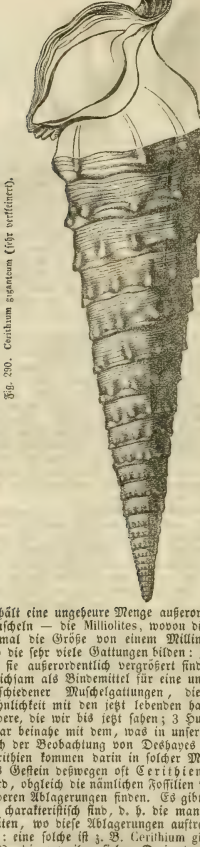


Fig. 290. Cerithium giganteum (sehr verkleinert).

Fig. 291. Turritella imbricataria.

Fig. 292. Ampullaria acuta.

Fig. 293. Terebellum fusiforme.

Fig. 294. Mitra scabra.

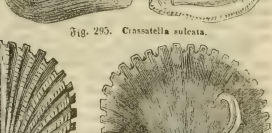


Fig. 295. Crassatella sulcata.

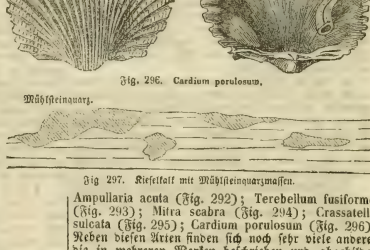


Fig. 296. Cardium porulosum.

Mühlsteinquarz.

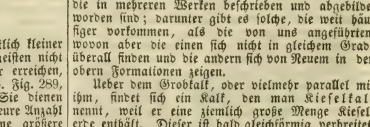


Fig. 297. Kieselkalk mit Mühlsteinquarzmassen.

enthält eine ungeheure Menge außerordentlich kleiner Muscheln — die Milliolites, wovon die meisten nicht einmal die Größe von einem Millimeter erreichen, und die sehr viele Gattungen bilden: z. B. Fig. 289, wo sie außerordentlich vergrößert sind. Sie dienen gleichsam als Bindemittel für eine ungeheure Anzahl verschiedener Muschelgattungen, die eine größere Aehnlichkeit mit den jetzt lebenden haben, als jede andere, die wir bis jetzt sahen; 3 Hundertheile sind sogar beinahe mit dem, was in unsern Meeren lebt, nach der Beobachtung von Deshayes identisch. Die Cerithien kommen darin in solcher Menge vor, daß das Gestein deßwegen oft Cerithienkalk genannt wird, obgleich die nämlichen Fossilien sich in mehreren anderen Ablagerungen finden. Es gibt gewisse Arten, die charakteristisch sind, d. h. die man in allen Lokalitäten, wo diese Ablagerungen auftreten, gefunden hat: eine solche ist z. B. Cerithium giganteum (Fig. 290), die zuweilen sieben Decimeter lang und an ihrer Spitze ohne Zweifel in Folge der während des Fortführens des Thieres erlittenen Stöße und Reibungen beinahe immer abgenützt oder zerbrochen ist. Unter den übrigen an Arten sehr zahlreichen Muscheln durchaus charakteristische anzuführen, ist schwer; aber man kann doch wenigstens als sehr häufig vorkommende anführen: die Turritella imbricataria (Fig. 291); Ampullaria acuta (Fig. 292); Terebellum fusiforme (Fig. 293); Mitra scabra (Fig. 294); Crassatella sulcata (Fig. 295); Cardium porulosum (Fig. 296). Neben diesen Arten finden sich noch sehr viele andere, die in mehreren Werken beschrieben und abgebildet worden sind; darunter gibt es solche, die weit häufiger vorkommen, als die von uns angeführten, wovon aber die einen sich nicht in gleichem Grade überall finden und die andern sich von Neuem in den obern Formationen zeigen.

Ueber dem Grobkalk, oder vielmehr parallel mit ihm, findet sich ein Kalk, den man Kieselkalk nennt, weil er eine ziemlich große Menge Kieselerde enthält. Dieser ist bald gleichförmig verbreitet, bald bildet er da und dort mehr oder weniger große Anhäufungen (Fig. 297), welche den muschellosen Mühlsteinquarz bilden, den man an mehreren Orten zur Verfertigung von Mühlsteinen bricht. Dies Gestein findet sich hauptsächlich in Brie, erstreckt sich aber auch bis zu den Thoren von Paris. Auch trifft man wieder deren untere Theile, welche in diesem Falle viele Flußmuscheln einschließen, z. B. Lymnaea und Planorbis, zu Saint-Ouen und an mehreren andern Orten an; aber dann erscheinen die Gypse, welche den ausgezeichneten Gyps von Paris liefern, neben den Mergeln und dem Thon, welche sie begleiten, und deren Gesammtheit auch im Kieselkalk eine große Linse bildet, die am rechten Ufer der Marne, längs der Seine, wie der Mühlsteinquarz am linken, zu Tage liegt. In diesem letzteren Theil muß man den Kieselkalk durch Schachte durchschneiden, um den Gyps zu gewinnen; im andern kann dieses geschätzte Gestein durch horizontale, unmittelbar in die Masse

Fig. 298. Das Skelet von Anoplotherium commune.

Fig. 299. Skelet von Paleotherium magnum.

gegrabene Gänge abgebaut werden, wie man in mehreren Punkten der Umgegend von Paris sieht, wo es den Hügel Montmartre, den Berg Valerien und andere Hügel, die sämmtlich von einander abstehen (§. 102), bildet.

In diesem Gypse hat man die zahlreichen Ueberreste von Säugethieren gefunden, welche der geniale Cuvier zu ordnen und sie in dem Thierreiche zu den verschiedenen Abtheilungen, wo sie hingehörten, zu stellen vermochte, wodurch den Naturwissenschaften ein neuer Weg eröffnet war. Diese Reste sind unter andern das Anoplotherium und Paleotherium — Dickhäuter, die mehr oder weniger mit dem Rhinoceros und Tapir (Zoologie, §. 292 u. 394) verwandt sind, und wovon jedes mehrere Arten darstellt. Das Anoplotherium commune (Fig. 298) hatte die Größe eines Esels, eine plumpe Form, dicke und kurze Beine und einen langen Schwanz; es gab dünnbeinige Arten, die schlank und behende gewesen sein mußten; auch solche hatte man gefunden, die, ungeachtet sie ausgewachsen waren, nur die Größe eines Hasen oder sogar nur die eines indischen Schweines hatten. Das Paleotherium magnum (Fig. 299) hatte die Größe eines Pferdes und die Form eines Tapirs; aber unter den Arten haben sich sowohl größere als kleinere, sogar kleinere als das Schaf, gefunden.

Neben den Skeleten dieser Thiere hat man auch Ueberreste von Sauriern und Schildkröten (Zoologie, §. 452) entdeckt; die Rückenschildstücke dieser letzteren Thiere sind als Knochen von Menschenschädeln angeführt worden, ehe man sich ernstlich mit der vergleichenden Osteologie beschäftigt hatte.

England, Belgien, das südliche Frankreich. — Wie wir bereits gesagt haben, so hat sich in England nicht der Kalk, sondern ein Thon, der Londoner Thon, entwickelt, in welchem sich auch die meisten Molluskenreste, die den Pariser Grobkalk bilden, finden; der plastische Thon wird durch Sand und Gerölle ersetzt, welche Thonlager einschließen. Dasselbe zeigt sich beinahe auch in Belgien, wo sich der Sand in der ganzen Tiefe der Formation fortsetzt und bloß mehr oder weniger ausgedehnte Kalksteinnester einschließt. Ebenso fehlt auch der Kieselkalk, der Mühlsteinquarz und der Gyps. Dagegen ist im Süden von Frankreich bloß der Grobkalk entwickelt, und der Gyps findet sich hier nur noch in Krystallen.

Zwar gibt es in den Schichten der Pariser Formation, die sich erst nach dem plastischen Thone bildeten, keine Ablagerungen verbrennlicher Stoffe, es findet sich jedoch darin eine ziemlich große Anzahl von Pflanzenresten, die da und dort verbreitet liegen. Die einen gehören Meerespflanzen, die andern Landpflanzen an, die uns Holzstücke und Blätter von Palmbäumen und Eindrücke von Dikotyledonen zeigen.

Ausdehnung der Pariser Formation. — Die Ablagerungen dieser geologischen Epoche sind unendlich weniger verbreitet, als diejenigen, mit denen wir uns seither beschäftigt hatten. Sie bedecken nur einen kleinen sichtbaren Raum in England, im Becken von London und in Southampton, einen andern im Becken von Paris, wo sie auf einer durch Paris, Arpajon, Provins, Epernay, Laon, von wo sie sich nach Belgien ausdehnen, begränzten Ausdehnung zu Tage liegen; endlich im Becken von der Gironde um Bordeaux herum. Bedeckt sind sie sonstwo in denselben Gegenden auf einem ausgedehnteren Raum, wo sie sich am Grunde der Thäler unter den spätern Ablagerungen zeigen. Es ist ziemlich zweifelhaft, daß sie sich noch an andern Orten Europa's finden; denn verschiedene Punkte, wo man sie angezeigt hat, haben sich bei näherer Untersuchung als der ächten Kreide oder der Molassenformation oder selbst der subapenninischen Formation angehörend herausgestellt.

§. 123. **Molassenformation. Umgebung von Paris.** — Ueber dem Pariser Gyps und den thonigen Substanzen, die ihn begleiten, finden sich Sandablagerungen, die oft eine bedeutende Mächtigkeit zeigen und zuerst durch Eisenoxydhydrat gefärbt sind, dann weiß und rein erscheinen. Sie bilden alsdann oft Sandsteinmassen; die bald frei von organischen Resten sind, oder bloß abgerundete Muscheln des Grobkalks darbieten; bald dagegen Muscheln enthalten, die alle ihren Kopf verloren und nur ihre Eindrücke zurückgelassen haben. Der Wald von Fontainebleau zeigt uns die reinen, gewissermaßen krystallinischen Sandsteine, die in Paris zu Pflaster verwendet werden. Muschelsandsteine finden wir auf dem Montmarter bei Paris und in mehreren Punkten des Waldes von Montmorency.

Ueber diesen Sandsteinen ruhen neue Süßwasser-Ablagerungen, welche bald die muschelführenden Mühlsteinquarze, welche die Lymnea (Fig. 300), Planorbis (Fig. 301), Chara-Körner oder Gyrogonites (Fig. 302) einschließen, bald mehr oder weniger reine Kalke bilden. Der Mühlsteinquarz findet sich in Lagern auf allen Höhen der Umgebung von Paris, über gelbem Sand und in Verbindung mit Thonlagern; der Kalk zeigt sich um Fontainebleau herum und an sehr vielen andern Orten.

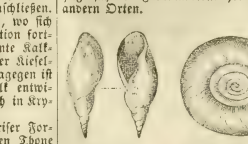


Fig. 300. Lymnea longiscata.

Fig. 301. Planorbis evomphalus.

Fig. 302. Chara medicaginula, außerordentlich vergrößert.

Ablagerungen im Süden. — Es ist ein seltener Fall, daß der Sandstein von Fontainebleau und alles, was unter dessen Abhängigkeit steht, sich auch im Süden von Frankreich zeigen, ausgenommen in der Provence, zwischen Aix und Apt, wo der vom Süßwasserkalk bedeckte Sand auch die dem kohlensauren Kalk enthaltenen Formen darstellt, die man an den Ablagerungen von Fontainebleau sieht (Mineralogie, §. 34). In der Regel fängt die For-

mation über dem Grobkalk durch Süßwassergebilde an, wo man die Gyrogonites wieder findet, und die bald kalkig, wie in Agenais, bald sandig, wie in der Umgebung von Toulouse und in ganz Languedoc, sind. In diesen letztern Fällen ist's ein thonig-kalkiger Sandstein, wie die untern Molassen der Schweiz, der Rhone-Ufer und der Provence. Oft kommen auch diese Ablagerungen unter einander vor, oder vielmehr, es findet sich der Kalkstein dem Sandstein untergeordnet. Diese ersteren Ablagerungen sind von Meeresmolassen oder durch Ablagerungen von Muschelfragmenten bedeckt, die man in Touraine unter dem Namen Fahlunen (faluns) kennt, und die man mit den nämlichen Charakteren auch im Departement des Landes findet.

Diese Meeresablagerungen der Fahlunen haben, obgleich sie sehr reich an Muscheln sind, doch nicht die gleich große Anzahl von Arten, als der Pariser Grobkalk; aber dessen ungeachtet sind nach Desbayes 18 Hundertheile dieser Arten mit den noch heute in unsern Meeren lebenden identisch — in der That ein bedeutender Unterschied, wenn wir diese Anzahl mit der vergleichen, die wir in der Pariser Formation angaben (§. 122). Uebrigens findet sich die größte Analogie zwischen diesen neuen Ablagerungen und den untern Kalken, mit denen sie oft verwechselt worden sind; aber obgleich uns hier häufig ein gewöhnlicher Charakter entgegentritt, und obgleich man oft die nämlichen Muscheln auf allen Seiten findet, so zeigen sich doch wesentliche Unterschiede. Einerseits sieht man nicht mehr die in den untern Ablagerungen angegebenen charakteristischen Arten; z. B. nicht mehr Cerithium giganteum, Cardium porulosum, u. s. w. anderseits begegnet man darin neuen Resten, die vorher nicht da waren, z. B. Balanus crassus (Fig. 303); Rostellaria pespelecani (Fig. 304); Pecten pleuronectes (Fig. 305) u. s. w., die man niemals in der Pariser Formation gefunden hat, aber in der subapenninischen, von der wir bald reden werden, existiren.

Fig. 303. Balanus crassus.

Fig. 304. Rostellaria pespelecani.

Fig. 305. Pecten pleuronectes.

Die Ablagerungen, die sich auf diese Bildungsperiode beziehen, schließen noch verschiedene Arten von Paleotherium ein, die aber verschieden von denen des Pariser Gypses sind. Man begegnet darin auch mehreren andern Thieren, welche solche Gattungen bilden, von denen man noch keine Spur von Allem, was voraus geht, findet, und die in der darauffolgenden Epoche ganz verschwinden; denn hier finden sich die Reste von Mastodonten, die dem Elephanten ähnlich sind, aber deren Zähne (Fig. 306) Kronen haben, die mit conischen Punkten besetzt sind, anstatt platt zu sein. Auch erkennt man darin das Dinotherium giganteum — ein mit dem Tapir verwandtes Thier, das eine Länge von 6 Meter haben mußte und das schon beim ersten Anblick durch seine an der Basis gekrümmten Hauzähne (Fig. 307) besonders merkwürdig ist. Es wurde zuerst in Hessen, dann bei Auch durch Lartet gefunden, der später darin auch Affenknochen entdeckte. Endlich gehören noch die Reste vom Rhinoceros, Hippopodamus, Biber (s. Zoologie, §. 392) diesen Ablagerungen an.

Fig. 307. Untere Kinnlade mit einem Hauzahn von Dinotherium giganteum.

Diese Formation ist sehr reich an Brennstoff; ihr gehören die Lignite von Languedoc, der Provence, der Schweiz, der größte Theil dieses Stoffes in Deutschland, so wie die Lager der sogenannten kölnischen Erde in der Umgegend von Köln an. Alle diese Lignite scheinen hauptsächlich durch die Coniferen gebildet worden zu sein, deren Gewebe man sogar noch in der Brennstoffmasse und in den mitten in verschiedenen Ablagerungen zerstreut herum liegenden Holzstücken erkennt (Fig. 308).

Doch zeigt auch die Molassenformation eine eben so große Menge von Dikotyledonen, wovon man da und dort Holzstücke zerstreut liegen sieht, die sich manchmal in einem Kieselerdezustand befinden und ganz deutlich ein Gewebe zeigen, das dieser besonders durch das Vorhandensein großer Längsgefäße charakterisirten Pflanzenklasse eigen ist.

Fig. 306. Ein Zahn von Mastodon (sehr verkleinert).

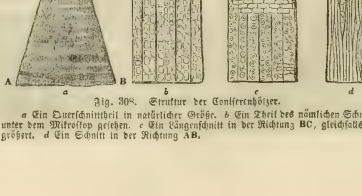


Fig. 308. Structur der Coniferenhölzer.

a Ein Querschnittstheil in natürlicher Größe. *b* Ein Theil des nämlichen Schnittes unter dem Microskop gesehen. *c* Ein Längenschnitt in der Richtung BC, gleichfalls vergrößert. *d* Ein Schnitt in der Richtung AB.

Es finden sich auch Blätter ziemlich, oft zahlreich, selbst in den Thonen, welche die Liguiten begleiten, wo man deutlich die Charaktere unserer gegenwärtigen Dikotyledonen, z. B. unserer Nußbäume, Ahornbäume, Ulmen, Birken ꝛc. (Fig. 310 u. 311) erkennen kann. Selbst Früchte finden sich, die man oft von denen unterscheiden kann, die sich gegenwärtig in unsern Himmelsstrichen befinden.

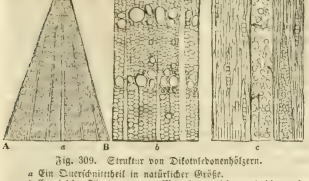


Fig. 309. Struktur von Dikotyledonenhölzern.
a Ein Querschnittheil in natürlicher Größe.
b Ein solcher Theil unter dem Mikroskop gesehen und die großen Gefäße zeigend.
c Ein Längsschnitt nach AB, der die Struktur der Markstrahlen und die eines großen Gefäßes zeigt.

Fig. 310.
Ein unbestimmtes Ulmenblatt.

Fig. 311.
Comptonia acutiloba.

Fig. 312.

Endlich kommen in dieser Formation, entweder in den Brennstoffablagerungen selbst, wie z. B. in denen von Liblar bei Köln, oder in den thonigen und sandigen Substanzen der Formation Reste von Monokotyledonen vor: es gibt darin Hölzer, welche ganz die Struktur der Palmen darbieten, d. h. eine Vereinigung von Holzfaserbündeln, die der Länge nach unregelmäßig im Zellgewebe, wie Figur 312, liegen. Auch Blätter, wie Figur 313 zeigen sich darin.

Ferner trifft man in diesen Bildungen Gypse von derselben Beschaffenheit, wie der Pariser Gyps an, wodurch man sich zu der Annahme veranlaßt sieht, als haben sie sich auch zu derselben Zeit gebildet; aber außerdem, daß die Gegend ganz aus Molasse besteht, so sind auch die organischen Reste nicht von derselben Art. Diese Gypse bilden die Ablagerung von Aix in der Provence und diejenigen, die man zwischen Narbonne und Sitean abbaut.

Fig. 313.

Ferner findet man in der Molasse Eisenoxyd-Ablagerungen, die manchmal reich genug sind, um abgebaut werden zu können; dies sind z. B. die auf der Oberfläche liegenden Eisenerze von Berry und Nivernais, die analogen Lager von Angoumois, welche die Repräsentanten des gelben Sandes der Umgebung von Paris zu sein scheinen, wo sich ebenfalls an Eisenoxyd ziemlich reiche Theile finden, die man unter dem Namen roussier kennt.

Die Molasseformation ist außerordentlich ausgedehnt: vom Becken von Paris an, dessen westlichen Theil es mit Sandstein und Süßwasserkalk bedeckt, setzt sie sich einerseits bis über Creuse hinaus fort, dabei Orleanais und Touraine bedeckend und sich auch nach Süden mitten durch Berry in die Unebenheiten der jurassischen Ablagerungen begebend. Man findet sie im ganzen Becken der Garonne, entweder am Grund der Thäler, wie im westlichen Theil oder auf dem ganzen Boden, wie im östlichen Theil, wo sie durch Carcassonne, Beziers, Avignon die Ablagerungen des Rhonethales und der Provence zwischen den abgerissenen, einzelnen Partien des Grünsandsteins verbindet. Die Schlammablagerungen vom Puy-en-Velay, von Aurillac am Fuße des Cantals, von Clermont und Bourbonnais gehören eben so gut dieser Epoche an, als sämmtliche kleine Muschelablagerungen, die man in den alten Gebilden von Poitou, der Bretagne und der Normandie findet.

Die Molasseformation tritt in allen Theilen von Europa auf; sie bildet das ganze Schweizerthal, wo sie sich mit den Puddingsteinen — Nagelflue genannt — verbindet; sie erstreckt sich bis nach Baiern, Oesterreich, Ungarn, Polen u. s. w. hinein; ist auch in Italien sehr verbreitet, von wo aus sie sich mit den Ablagerungen der Provence und von Languedoc verbindet; endlich sieht man sie auch in allen tiefgelegenen Theilen von Spanien und in der ganzen Länge der westlichen Abhänge der Pyrenäenkette, von wo aus sie sich im westlichen Frankreich fortsetzt.

§. 124. **Subapenninische Formation.** — Ueber der Molasse zeigen sich noch andere — bald Süßwasser-, bald Meeresablagerungen, die sich mit ihr in nichtübereinstimmender Schichtung finden und dadurch sogar eine neue Bildungsperiode anzeigen. Die Süßwassergebilde, die man besonders in der Landschaft Bresse beobachtet, wo ein weites Becken seinen Anfang nimmt und sich bis Valence ausdehnt, bestehen aus wechselnden Ablagerungen von mehr oder weniger voluminösen Geschieben, Sand, grobem Thon, von denen das eine oder das andere je nach den Lokalitäten vorherrscht, und worin sich oft hie und da Anhäufungen finden, die Flußmuscheln einschließen.

Die Meeresablagerungen, welche hauptsächlich die von Turin bis zum Ende von Italien ausgedehnten subapenninischen Hügel bilden, bestehen hauptsächlich aus sandigen Stoffen, die aber Schichten von mehr oder weniger kalkhaltigen Mergeln einschließen. Es finden sich darin eine ziemlich große Menge Meeresmuscheln, wovon nach Deshayes wichtiger Bemerkung die Hälfte mit den noch heute im mittelländischen Meere lebenden Mollusken identisch sind. Diese Meeresmuscheln treten somit in einer aufsteigenden Progression auf, weil die Pariserkalke nur 3 Hundertheile, die Muschelmolasse 18 Hundertheile und die subapenninische Formation 50 Hundertheile von solchen Muscheln einschließen, die denen der jetzigen Epoche analog sind. Es bleibt also bei den Muscheln der subapenninischen Hügeln beinahe Nichts mehr übrig, was dem Pariserkalk ähnlich wäre. Außer dem Balanus crassus und der Rostellaria pespelecani (§. 123) kann man hier noch Pleurotoma rotata (Fig. 314), Buccinum prismaticum (Fig. 315), Voluta Lamperti (Fig. 316) u. s. w., und fast alle Muscheln des mittelländischen Meeres anführen. Aehnliche Ablagerungen schließen auch Sicilien und Sardinien ein, so wie man sie auch in der Umgegend von Nizza, Marseille, Montpellier, Perpignan findet. Der Crag von England, in der Grafschaft Suffolk, bezieht sich gleichfalls dahin, und die Muscheln, die man hier findet, gehören auch der jetzigen Epoche an (Fig. 317 bis 319) u. s. w.

Fig. 314.
Pleurotoma rotata.

Fig. 315.
Buccinum prismaticum.

Fig. 316.
Voluta Lamberti.

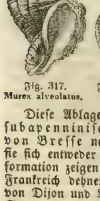


Fig. 317.
Murex alveolatus.

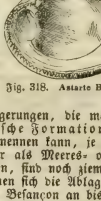


Fig. 318. Astarte Basteroti.

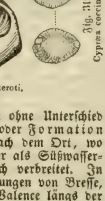


Fig. 319.
Cypraea coerulubiodes.

Diese Ablagerungen, die man ohne Unterschied **subapenninische Formation** oder **Formation von Bresse** nennen kann, je nach dem Ort, wo sie sich entweder als Meeres- oder als Süßwasserformation zeigen, sind noch ziemlich verbreitet. In Frankreich dehnen sich die Ablagerungen von Bresse, von Dijon und Besançon an bis Valence längs der Saone und der Rhone aus; ein ähnliches Becken findet sich in der Provence zwischen Digne, Sisteron, Forcalquier und Manosque; endlich zeigt sich noch ein drittes im südlichen Theil des Elsasses, wo es sich im Norden unter die Alluvialgebilden verliert.

Diese Ablagerungen constituiren auch die Sandgebilden vom Departement des Landes, die auf der Molassenformation vom linken Ufer der Garonne bis zum Ocean verbreitet sind, und alle Hügel zwischen den Flüssen, welche von den Pyrenäen und den schwarzen Höhen (Montagne noire) herabkommen, bedecken. Dahin muß man auch die Bildungen von Boulade und Perriers bei Issoire in der Auvergne zählen, wo Jobert und Croizet so viele vergrabene Knochen fanden. Mit dieser Formation verbinden sich auch eine ziemlich große Anzahl partieller Ablagerungen, die auf der dünnen Molassendecke verbreitet sind, welche die Kreide der Normandie, der Picardie, von Artois bedeckt und von wo aus sie sich mit denen der Grafschaften Suffolk und Norfolk verbinden.

Diese Ablagerungen schließen ebenfalls noch Ligniten ein, die an verschiedenen Orten mit Vortheil abgebaut werden. Die einen stellen geregelte Schichten, aus compacten Brennstoffen bestehend und von Süßwassermuscheln begleitet, wie z. B. zu Paumiers (Jère), dar, was auf ruhige Niederschläge in den Seen hindeutet; aber die größte Anzahl, z. B. in der Umgebung von La Tour-du-Pin und in mehreren Punkten der Haute-Saone bieten nur unregelmäßige Holzanhäufungen dar, wovon die einen ein Coniferengewebe, die andern das Gewebe der Dikotyledonen zeigen. Auch findet sich eine sehr große Anzahl Blätter, die den Blättern unserer jetzigen Dikotyledonen ähnlich sind.

Von der Epoche der subapenninischen Formation datirt sich die Ausfüllung der Spalten in der jurassischen Formation entweder durch körnige Eisenerze (§. 100, Fig. 125), die man in der ganzen Formation von Bresse verbreitet findet, oder durch Knochenbreccien, wie zu Cette, Antibes, Nizza und Gibraltar. Es lebten damals die Elephanten, so wie die fleischfressenden Säugethiere, von denen wir in unsern Tagen die Reste in den Höhlen finden, die ihnen zur Wohnung dienten, und von denen wir nothwendig eine kurze Beschreibung geben müssen.

§. 125. **Knochenhöhlen.** — Die ältesten, durch die Säugethierreste bekannten Höhlen, sind die des Harzes und von Franken; seitdem aber Buckland darauf aufmerksam machte, daß man den Thon, den Sand, die Gerölle und Stalaktiten, welche die Gebeine oft bedeckt haben, durchsuchen müsse, hat man diese Reste überall, wo man sie bis jetzt nicht vermuthet hatte, gefunden.

Die meisten dieser Höhlen scheinen eine oder mehrere seitliche Oeffnungen gehabt zu haben, wodurch die Thiere, welche sich damals dahin flüchteten, ihre Beute schleppten, und endlich selbst darin starben, leicht ein- und ausgehen konnten. Ihre Gebeine haben sich alsdann in einer Zeit von vielen Generationen hindurch darin aufgehäuft, und nun finden wir sie jetzt in schwarzer, übelriechender Dammerde, die ohne Zweifel von der Verwesung ihres Fleisches herrührt, und in oder auf der sich ihre Auswurfstoffe erkennen lassen. Oft finden wir unter den Gebeinen einer gewissen Thiergattung auch solche Knochen, die Eindrücke von Zähnen zeigen und daher die Beute der ersteren Thiere gewesen sind. Die meisten Knochen gehören den Bären, wovon zwei Arten größer waren, als unsere jetzigen Racen, oder auch Hyänen an, die gleichfalls größer als die jetzt lebenden waren. Bald herrscht die eine, bald die andere dieser Arten vor; doch findet man auch sehr zahlreiche Ueberreste von einer Wolfsart in den Gailenreuther Bärenhöhlen in Franken: die übrigen Fleischfresser aus dem Hunde- und Katzengeschlecht mit **Jaguararten** kommen überall nur in sehr geringer Anzahl vor. Uebrigens findet man Ueberreste von **Nagern, Wiederkäuern,**

selbst von großen Dickhäutern, von Vögeln, die ohne Zweifel als Beute in diese Raubhöhlen geschleppt worden sind.

Es ist ein seltener Fall, daß wir diese Ueberreste so einfach, wie wir sie vorhin angegeben haben, finden; meistens erkennt man mit Bestimmtheit, daß in den unterirdischen Räumen, die sie einnehmen, besondere Ereignisse vorgefallen sind. Bald ist die Knochenschichte ganz einfach von einer Lehmschichte bedeckt — ein Beweis, daß in einer gewissen Epoche schlammige Wasser in die Höhle eingedrungen sind; bald mußten, was gewöhnlich der Fall war, die Gebeine durch eingedrungene Gewässer hin und her geworfen worden sein, weil sie mehr oder weniger unregelmäßig im Lehmen zerstreut herum liegen und niemals ganze Skelete darstellen. Manchmal finden sich darin Theile von zerbrochenen Stalaktiten und Gerölle eingeführt, die selbst nicht einmal den umgebenden Gesteinen angehören, was eine gewisse Geschwindigkeit, eine bewegende Kraft in den Gewässern anzeigt. In der Regel findet man nur an gewissen Stellen der Höhle diese Gerölle in einiger Menge, auch ist manchmal der Fall, daß die Knochen in einem Punkte des Raumes, der sie einschließt, zerbrochen sind, wenn sie auch sonst überall unversehrt geblieben sind, wie gewöhnlich mit erdigen Substanzen gemengt sind. Es scheint, daß in diesem Falle eine Wassermasse mit Gewalt von dem obern Theile durch irgend eine vorübergehende Spalte herabgestürzt ist, und daß an der Stelle des Wassersturzes der große Umsturz Statt gefunden, daß sich das Gerölle angesammelt hat und die Knochen zerbrochen worden sind. Diese vorübergehenden Begebenheiten haben jedoch nicht überall die Gäste dieser Höhlen daraus verjagt: es sind die nämlichen oder verschiedene Thiergattungen manchmal und selbst zu öfteren Malen in dieselben zurückgekehrt, und man erkennt an der Lehmschichte die Spuren ihrer Passage, manchmal sogar ihre Ueberreste; oft sind die alten Gebeine unter den Tritten der nachmals gekommenen Thieren abgenützt worden.

Auf diese Zufälle folgten oft die langsamen Bildungen von Stalaktiten; die kohlensauren Kalk haltigen Gewässer haben manchmal die knochenführenden Lehmablagerungen durchdrungen, ihr einen gewissen Grad von Consistenz gegeben und sie mit Stalaktiten bedeckt, die selbst zuweilen verschiedene Knochenschichten von einander trennen. Jedoch ist diese neue Bildung an gewissen Orten, z. B. in Deutschland, unbedeutend gewesen und hat die Reste nicht ganz maskirt, an andern war sie sogar beinahe null, und der Boden ist noch derselbe, wie ihn die Bären und Hyänen der alten Welt betreten haben. Auch scheinen in der neuern Epoche einige Höhlen zum Zufluchtsort für die Menschen gedient zu haben; manchmal findet man ihre Ueberreste, sowie die einer beginnenden Industrie darin, sogar in Berührung mit den Ueberresten von allem dem, was auf der Erde vorher vor sich ging. Aber sollte man darüber erstaunen, daß irgend einer jener furchtbaren Regengüsse, von denen wir zuweilen noch heute Zeugen sind, in unsern Tagen neue Gewässer habe in diese Höhlen eindringen lassen und die lockern beweglichen Ablagerungen in denselben hin und her geworfen, in einen und denselben Haufen das Alte mit dem Neuen gemengt und somit Wesen, die Hunderttausende von Jahren von einander getrennt sind, den falschen Schein von Gleichzeitigkeit gegeben habe?

Was wir so eben sagten, kommt einer gewissen Anzahl von Knochenhöhlen zu, welche offenbar die Höhlen solcher Thiere gewesen sind, von denen sie die Ueberreste zeigen. Aber es gibt auch andere, wo sich die Sache anders zu verhalten scheint, wo man keinen Eingang von der Seite her bemerkt, wo die Gebeine ohne Ordnung auf einander gehäuft liegen, mehr oder weniger zerbrochen und mit Felsentrümmern und Gerölle, die oft die ganze Höhle ausfüllen, gemengt sind. Man nimmt alsdann an, daß die senkrechten Spalten, durch die man gegenwärtig eindringen kann, und die man zufällig entdeckt hat, zum Durchgang für die Gewässer dienten, die neben den mineralischen Trümmern entweder die Cadaver der Thiere, oder selbst die schon entfleischten Gerippe herbeiführten. Zu dieser Annahme wird man um so mehr veranlaßt, als die Ueberreste alsdann nicht immer Gebeine von solchen Thieren sind, die, wie die Bären und Hyänen, die Höhlen aufsuchen, sondern es sind oft die Ueberreste von Wiederkäuern und Dickhäutern verschiedener Arten, von reißenden Thieren und Nagern, die immer im Freien leben.

Man erkennt dieselbe Erscheinung von Anfüllung in den Spalten und entsprechenden Höhlen des Zuraikalkes durch Eisenerze, die manchmal mit Knochen gemengt sind; sowie man auch die Knochenbreccien begreift, die ebenfalls Spalten ausfüllen und an allen Küsten des mittelländischen Meeres durch ein eisenhaltiges Bindemittel, das manchmal Meeresmuscheln einschließt, verbunden sind. Ebenso kann man auch durch eine Herbeiführung die Gegenwart der Cetaceenknochen in den Höhlen von Sizilien erklären, die sich nothwendig anfüllen mußten, als sie unter dem Meere waren.

Die Knochenhöhlen befinden sich besonders im Jurakalk; sie werden selten in der Kreide, doch sind sie aber immerhin noch vorhanden und finden sich sogar noch in der Molasse; in den obern Ablagerungen fehlen sie. Die Thiere, deren Reste sie einschließen, haben gewiß diese Oerter in einer fernen Zeit bewohnt, deren relatives Alter wir später angeben werden; der Beweis davon ist ihr gut erhaltener Zustand und der Mangel jeder Spur von einer Abrundung, was mit Sicherheit anzeigt, daß sie nicht fern herkommen konnten; endlich ist es die Entdeckung von Ablagerungen von derselben Beschaffenheit auf Neuholland, wo man nur die Gattungen von Thieren findet, welche dieser Gegend so eigenthümlich angehören, d. h. Känguruh's, Rauschwänze u. s. w., mit einigen Elephantenüberresten gemengt.

§. 126. **Mittleres Schwemmland.** — Wir nennen *älteres Schwemmland* die Ablagerungen, die nach der subapenninischen Formation und vor dem, was sich gegenwärtig bildet und sich seit den historischen Zeiten in den Flüssen, Meeren, See'n und Sümpfen gebildet hat, entstanden sind. Diese Ablagerungen zeigen häufig ungeheure Transporte und große Auswaschungen, wozu unsere gegenwärtigen Flüsse unfähig sind; sie finden sich auf Höhen, welche die heutigen Gewässer nicht erreichen können, und in einer Ausdehnung, welche sie nicht zu bedecken vermögen, und es ist evident, daß sie durch die neueren Ströme, die ihr Bett darauf zurückgelassen haben und täglich neue Trümmer absetzen, häufig durchfurcht worden sind.

Diese Alluvialablagerungen haben alle unsere Continente bedeckt und ändern sich im Allgemeinen je nach den Arten ab, welche die Materialien dazu geliefert haben; man nennt sie *Diluvium*, wenn man sie als das Resultat der allgemeinen Ueberschwemmung betrachtet, von der die Bibel erzählt und deren Ueberlieferung sich bei allen Völkern findet. Es ist jedoch anzunehmen, daß sie mit dieser imposanten Thatsache in keiner Verbindung stehen; denn nirgends, wenigstens nicht in Europa, wo wir sie hinlänglich kennen, finden sich darin Ueberreste von Menschen, die sich doch sicherlich darin ebenso erhalten hätten, als die der Elephanten und aller Thiere, die in der Katastrophe untergegangen sind.

Der Boden von Paris und die Ebenen, die längs der Seine liegen, zeigen Sand- und Kieselablage-

rungen, welche diesen Alluvialbildungen angehören. Man gewahrt darin Gerölle von Kieselkalk, Pariersandstein, Jurakalk, und endlich Granite und Syenite vom Morvangebirge, die von einer Stelle zur andern diese Trümmer bis zu den Thälern aufsteigen lassen, welche die Ablagerungen der Landschaft Bresse durchschneiden, und durch welche sie offenbar angekommen sind. Das ganze Dauphiné und das ganze Rhonethal von Lyon bis zum Meere zeigen uns Trümmerstücke, welche nicht durch den gegenwärtigen Fluß konnten herbeigeführt worden sein und welche in alle Seitenthäler eintreten, sich mit allen Terrassen verbinden, die man auf den vorhergehenden Ablagerungen beobachtet, und uns endlich auf der Höhe die Zeugen einer weit ausgedehnten Decke, welche die letzteren Abhänge der Alpen bedeckt hat, zeigen. Diese Ablagerungen setzen sich ohne Unterbrechung bis zu den Ebenen von Camargue und Crau — einer unermeßlichen Ablagerung von Gerölle jeder Art fort, deren direkte Straße man im Thale der Durance bis zum Mittelpunkt der Alpen, welcher sie geliefert hat, verfolgt. Man findet sie sogar in Piemont, der Lombardie, den Ebenen von Baiern, an den Ufern des Rheins, und endlich auch in der Schweiz, also ganz um die Alpengruppe herum. Uebrigens ist ganz Europa von ähnlichen Ablagerungen bedeckt, die sich an verschiedene Gebirgssysteme knüpfen. Dies sind nämlich die Ablagerungen, die den Boden der weiten Ebenen bilden, welche mitten durch Westphalen, Preußen, Polen, Rußland sich bis zum Fuße des Urals u. s. w. erstrecken. Der mit diesen Ablagerungen vorkommende Schlamm bildet den größten Theil der außerhalb der Thäler, die mit neuern Schlammbildungen erfüllt sind, gelegenen urbaren Länder.

In diesen Alluvialgebilden findet man die zahlreichen und letzten Reste der Elephanten und Rhinozeros; sodann von allen Thieren die mit ihnen auf der Oberfläche von Europa gelebt haben, und wovon die den jetzt lebenden am nächsten verwandten wenigstens durch größere Dimensionen davon sich unterschieden. Man muß dahin wahrscheinlich noch das plumpe Megatherium oder Paragaythier (Fig. 320) zählen, welches nicht weniger als 4 Meter lang

Fig. 320. Skelet vom Megatherium oder Paragaythier.

und 2 Meter hoch war, und dessen Skelet nur mit dem Skelet der Thiere aus der Gattung der Faulthiere (aus der Ordnung der Edentata) eine Analogie zeigt; es mußte nothwendig ein in seinen Bewegungen langsames Thier sein, das ohne Zweifel von Wurzeln lebte, zu deren Zermalmen seine Zähne auf eine bewunderungswürdige Weise gebaut sind und dessen Leib durch einen knöchernen Küraß bewaffnet war, wie das Armadill, um sich gegen die Angriffe der Fleischfresser schützen zu können, die es nicht anders von sich abzuhalten vermochte. Zu diesen Ablagerungen zählt man jenes ungeheure Knochenhaus des nördlichen Eismeeres, an den Küsten von Sibirien und in den zugehörigen Inseln; hier finden sich unzählige Thiere, die noch ihr Fleisch seit Jahrtausenden erhalten haben, in Sand begraben, der durch das ewige Eis festgeworden ist; neben Hirschen und Pferden hat man darin mit Haaren bedeckte Elephanten und Rhinozeros gefunden, was anzuzeigen scheint, daß die damals in unsern Himmelsstrichen lebenden Arten durch ihre Pelze bestimmt waren, eine niederere Temperatur zu ertragen, als die nackthäutigen, welche heute das südliche Asien und Afrika bewohnen. Die Stoßzähne dieser vorweltlichen Elephanten sind im Handel eben so gesucht, als die der jetzt lebenden.

Auch schließen die Ablagerungen Reste von Molusken ein, wovon die einen Fluß- und Landmolusken sind, wie z. B. im Löß an den Ufern des Rheins, die andern dem Meere angehören, wie z. B. an mehreren Punkten der Küsten des Oceans und mittelländischen Meeres, wo sie sich jedoch oft mit neuern Ablagerungen verbinden. Vielleicht muß man damit die Ablagerungen von Udewalle, alte Hügel von Cphle u. s. w. vereinigen (§. 78), deren Alter man nicht wohl bestimmen kann, die aber eine Verbindung mit der gegenwärtigen Epoche anzeigen, weil man darin nur solche Ueberreste findet, die mit den gegenwärtig in unsern Meeren lebenden indentisch sind.

Auf diese Alluvialbildungen beziehen sich vielleicht auch die ungeheuren Aufhäufungen abgerundeter Trümmerstücke, welche in Brasilien, Afrika, Indien, im Uralgebirge das Gold, Platina und den Diamant, so wie die sandigen zinnerzführenden Lager von Cornwallis und Mexiko einschließen.

§. 127. **Abgeschliffene, gestreifte und gefurchte Felsen.** — Alles läßt uns glauben, daß sich auf die Epoche des älteren Schwemmlandes die Abnützung und Abschleifung gewisser Felsen, so wie die Streifen und Geleise beziehen, die wir an ziemlich vielen Orten bemerken und die mit Sicherheit auf Reibungen durch harte Körper hinweisen, nebst dem, daß sie auch zugleich die Richtung der ihnen eingepflanzt gewesenen Bewegung zeigen. Seit Sauffure auf die Furchen aufmerksam gemacht hat, die sich an den schroffen, abgeschnittenen Abhängen des Mont-Saleve's finden, und sie als die Fahrleise betrachtet hat, worauf die Gerölle und Felsblöcke der Umgebung von Genf fortgeführt worden sind, hat man überall ähnliche gefunden. Die polirten oder geschliffenen und gestreiften Felsen finden sich in den Alpen oft in Verbindung mit den jetzigen Gletschern; finden sich aber auch an vielen Orten des Jurazebirges, namentlich in denjenigen Theilen, welche sich in der Nähe der Schweiz befinden und von diesen neuern Ursachen sehr entfernt liegen. Die je nach der Beschaffenheit der Felsarten mehr oder weniger tiefe, mehr oder weniger gut erhaltenen und fast immer von Abnützung, Politur und Streifen begleiteten Furchen sind besonders in Westmoreland und Cumberland in England und in den verschiedenen Theilen Schwedens, Lapplands und Finnlands beobachtet worden; auch hat man sie in den nördlichen Theilen von Amerika und an ziemlich vielen andern Orten gesehen. Im Norden zeigen uns Durocher's Beobachtungen, daß inmitten einiger durch die Gegenwart von Bildungen, welche die Gewässer zu drehen genöthigt waren, erzeugten Divergenzen, die die allgemeine Richtung dieser Furchen von Nord-Nord-West nach Süd-Süd-Ost geht. Auch zeigen uns diese Beobachtungen, daß die Abhänge des Bodens von Lappland in denjenigen Theilen gefurcht sind,

welche den Nordwesten angehen, es dagegen nicht auf denjenigen sind, welche sich im Südosten zeigen, wo die Felsen jede Art der gewöhnlichen Unregelmäßigkeit der Berge darbieten. Daraus ergibt sich, daß die Substanzen, die durch ihren Transport diese Furchen erzeugt haben, ihren Ausgangspunkt dem Norden zu, außerhalb Skandinavien und gegen die Polargegenden hin halten. Merkwürdig ist's, daß die Entblößungsfurchen, die man auf Canada und auf einem großen Theil des Bodens der nordamerikanischen Freistaaten bemerkt, ihre Richtung gleichfalls von Norden nach Süden nehmen, so daß hier vor dem Auftreten des menschlichen Geschlechts ein ungeheures Phänomen vor sich gegangen sein mußte — ein Phänomen, welches sich trotz der örtlichen Unregelmäßigkeiten bis zu den brittischen Inseln geäußert hat, den Granithügeln von Finnland eine längliche Form in der vorhin angegebenen allgemeinen Richtung gab, und überall die Berge nach den Lokalrichtungen gestaltete, welche die Umstände ihm geben konnten. Welches ist nun aber die Ursache dieses ungeheuren Phänomens? Unmöglich ist's, dies heute zu beantworten. Eine andere Frage ist die: welches die fortgeführten Substanzen sind, die so mächtig auf die Gebirge von Skandinavien und Lappland eingewirkt, sie gestheilt, abgetragen und gefurcht, und die ungeheuren Trümmer, von denen wir sogleich sprechen werden, erzeugt haben, und endlich welches das Vehikel war. Dies sind nun wieder eben so viele Punkte, über die wir bloß Muthmaßungen aufstellen können. Die Ausdehnung des Phänomens läßt uns an unermeßliche Ströme denken, die von den Polarregionen ausgingen und enorme Eisblöcke mit einer furchtbaren Geschwindigkeit, welche ihnen die härtesten Felsen anzugreifen gestatteten, mit sich führten; aber dies ist auch nur eine Hypothese, welche vielleicht die Zeit aufgeben wird, um sie durch eine andere zu ersetzen.

§. 128. **Erratische Formation.** — Ein besonderer Umstand des ältern Schwemmlandes wird uns durch gewisse Ablagerungen gezeigt, die man jetzt erratische Formation (Terrain erratique) zu nennen übereinkam. Obgleich in einer allgemeinen Weise innig verbunden mit den nach der apenninischen Formation gekommenen Anschwemmungen, um die Alpen herum durch die Aufhäufungen von Felsblöcken, die sich in Terrassen oben auf den Thälern finden, wo die Anschwemmungen der Durance und der Zuflüsse der Rhone beginnen, bieten die vorhin erwähnten Ablagerungen dennoch an gewissen Orten etwas Anomales dar, welches eine besondere Erklärung für sich in Anspruch zu nehmen scheint. So fragt man sich z. B. woher jene zahlreiche, bald zerstreut herum liegende, bald zusammengehäufte Trümmer kommen, welche in verschiedenen Punkten die Vorposten der Alpen und selbst den Jura bedecken, der durch das breite Thal der Schweiz von der Alpengruppe getrennt ist. So sucht man z. B. auch herauszufinden, wie auf eine Höhe von 600 bis 800 Meter über diesem Thal so viele zerstreut liegende Felsblöcke gelangen konnten, von denen einige sogar eine Größe von mehreren hundert Cubikmetern erreichen, und nicht selten in Stücke zerbrochen, die auf dem Platze, oft in den bizarrsten und in ganz unglaublichen Stellungen des Gleichgewichts an ihrem Platze geblieben sind. Nicht weniger ist man darüber verwundert, wenn man auf den Ebenen von Westphalen, Preußen, Polen, Lithauen u. s. w. bis zum baltischen Meere hin unzählig viele Blöcke jeder Art findet, welche entweder zerstreut auf dem Boden herum liegen oder in Reihen zusammengestellt sind, und wenn man sie in Schweden, Finnland, Lappland noch auf dem Rücken dieser Gebirge findet. Das zerstreute Vorneliegen hat allen diesen Blöcken den Beinamen erratisch gegeben, den man später auf alle Ablagerungen angewendet hat, welche die nämlichen Anomalien darbieten, und welche wir auch in den Pyrenäen, auf dem Jurazebirge, selbst im Becken von Paris, in England, den vereinigten Staaten, in Indien u. s. w. finden.

In Beziehung auf die erratischen Ablagerungen der Schweiz, die sich sogar auf den dem Jurazebirge entgegengesetzten Gehreichen ausdehnen, hat man die Bemerkung gemacht, daß man sie en face der großen Thäler, die von den Alpen herabsteigen, in größerer Menge findet. Man hat sie ununterbrochen auf den Gipfeln und Seiten der Berge, welche diese Thäler begränzen, verfolgt, und hat durch Vergleichung der Gebirgsarten mit Sicherheit die Punkte, woher diese Trümmer kommen, so wie auch den Weg, den sie gemacht haben konnten, erkannt. Um aber auf die Abhänge des Jura's zu gelangen, mußten sie ihren Weg durch das Schweizerthal machen; denn es ist jetzt gewiß, daß dieses Thal schon vorher da war. Dies ist nun der bestrittene, der räthselhafte Punkt, über den Jeder seine Ideen in Vorschlag brachte. Auf die Annahme einer geneigten und ununterbrochenen Ebene von später verletzten Ablagerungen, die durch materielle Thatsachen von Neuem unterstützt wird, folgten die Annahmen von Eisschollen, die auf einer Wasserdecke schwammen und Trümmer mit sich führten; ferner die Annahmen von Eis, das durch Ströme, durch Fluthen mit fortgerissen wurde, von Schlammströmen, denen eine ungeheure Geschwindigkeit eingepflanzt war, von Eisdecken u. s. w.; dann wurde die Theorie von enormen Gletschern aufgestellt, welche die ganze Schweiz bedeckten und diese Trümmer absetzten, wie sie in unsern Tagen noch die Moränen absetzen.

L. v. Buch's Annahme von Schlammströmen (§. 56, 57), welche fähig gewesen wären, die Trümmer auf die Höhen mit fortzutragen, wo sie sich gegenwärtig finden, kann auf die Nieveauunterschiede gestützt werden, welche zwischen den verschiedenen Punkten bestehen, wo sich die erratischen Felsblöcke von den obern Theilen der Thäler an, denen sie gefolgt sind, bis zu denjenigen Punkten, wo sie sich nicht mehr aufhäuften, zeigen. Daraus leitet man einerseits die Tiefe des Stromes ab, die man manchmal, 800 bis 1000 Meter betragend, findet, wenn man vom Thalgrunde an rechnet; anderseits den mittlern Abhang, über den sie flossen. Diese Abhänge finden sich nun weit schwächer, als die der Gletscher, welche niemals weniger als 3 Grade betragen, (§. 59), was dann die Annahme von Moränen ausschließt; und dagegen weit stärker, als das Gefäll unserer schnellsten Flüsse (§. 57), denn sie betragen 12 bis 40 Minuten. Es ist klar, daß bei solchen Abhängen und den eben angeführten Tiefen, auch der zäheste Schlamm, wenn er einmal in Bewegung gesetzt war, eine enorme Geschwindigkeit erlangen und die furchtbarsten Wirkungen, die man sich nur einbilden kann, hervorbringen konnte; die größten Felsblöcke konnten so gut wie die kleinsten auf der Oberfläche des Stromes bleiben, konnten auf jede Entfernung hinausgewälzt und in Form von Reisen an den Rändern der Ströme in dem Maße abgelegt werden, als sich die Schnelligkeit des Stromes durch die Reibungen des Bodens verminderte.

Die Idee von ungeheuren Gletschern, welche die Blöcke unter der Form von Moränen aufgehäuft hätten, wurde auf eine bewunderungswürdige Weise durch Herrn von Charpentier * entwickelt, welcher, als er anfangs dieser Theorie entgegengesetzte Thatsachen sammeln wollte, nicht umhin konnte, im Gegentheil die Wahrscheinlichkeit jener Theorie zu unterstützen. Es ist unmöglich, besser geordnete und klarer

* Essai sur les glaciers. — Lausanne, 1841.

aus einander gesetzte Thatsachen zu sehen, als die von diesem Gelehrten gesammelten; man sieht sich veranlaßt, die Folgerungen aus denselben für die Alpen, ungeachtet der ungeheuren Größe eines Gletschers von 60 französischen Meilen Länge und mehr als 200 Quadratmeilen Flächenraum zuzulassen. Doch kehrt der Zweifel bald wieder, wenn man den Verlauf der Gletscher und den der erratischen Felsblöcke hinsichtlich der Neigung der Abhänge vergleicht, und wenn man die Theorie auf die erratischen Erscheinungen des Nordens, welche nothwendig einige Aehnlichkeit mit denen der Schweiz haben müssen, anzuwenden sucht.

An den südlichen, östlichen und nordöstlichen Gränzen der großen Ebenen des nördlichen Europa's gehören die ersten erratischen Blöcke, denen wir begegnen, den benachbarten Gebirgsgegenden an, z. B. dem Harze, Sachsen, Schlesien, Polen und endlich dem Uralgebirge; aber von welcher Seite man auch in diese Ebenen eingetreten sei, so findet man bald andere Blöcke, von denen die entsprechenden Gebirgsarten ꝛc nicht mehr in den benachbarten Gebirgen existiren; man kann sie ohne Unterbrechung sowohl bis in das schwedische Gebiet hinein verfolgen, wenn man durch Westphalen, Dänemark oder die westlichen Theile von Preußen geht, als auch bis Finnland, wenn man eine ganz andere Richtung einschlägt. Dieser letzte Theil von Europa hat die größte Anzahl geliefert, sei es nun in den Ebenen von Rußland und Polen, sei es im östlichen Theile von Preußen, wo sie mit den Trümmern von Schweden gemengt vorkommen. Es gibt Blöcke, die einen Weg von 250 Meilen machen mußten, um zu den Punkten zu gelangen, wo man sie findet.

Gelangt man an die Stellen, welche die Ausgangspunkte gewesen sind, so findet sich die Aufmerksamkeit nicht mehr durch die eigentlichen erratischen Blöcke besonders angezogen, denn sie sind hier nicht nur weniger zahlreich, sondern auch weniger groß; dagegen beobachtet man lange Streifen von Trümmern, die man in Schweden Oesar nennt, und die in ihrer Richtung mit den früher erwähnten Furchen parallel laufen (§. 103, 127). Es sind dies Aufhäufungen von Blöcken, Fragmenten und Sand, die gewöhnlich hinter Hügeln liegen, wie die Haufen, die sich in unsern Flüssen hinter diesen oder jenen Hindernissen bilden, die sich dem Strome entgegensetzen. Aus diesen allgemeinen Anordnungen ersehen wir, daß die Furchen und Oses ihre Entstehung der nämlichen Ursache d. h. großen, vom Norden hergekommenen Fluthen verdanken, welche mittelst der Stoffe, die sie mit sich führten, die Berge, über welche sie hinweggegangen sind, abgetragen haben, und hinter den Hindernissen, denen sie begegneten, ohne sie umzustürzen, Streifen von Trümmern, die wir nun gegenwärtig sehen, abgesetzt haben.

Diese Streifen haben keine Beziehungen zu den erratischen Blöcken der Ebenen. Schon seit lange hatte man bemerkt, daß man sie nicht bloß auf der Oberfläche des Bodens fände, sondern auch in den Sandbildungen, die sie zusammensetzen, wo man sie sogar aufsucht, um sie als Bausteine auszubrechen, Indem Durocher diese Thatsachen bestätigt, fügt er noch eine andere, sehr wichtige, bei: nämlich die, daß die Sand- und Felsblockmasse auf Felsen ruhe, welche selbst auch gestreift und gefurcht sind; woraus denn folgt, daß ihre Ablagerung erst nach dem großen Phänomen Statt fand, welche die Furchen und Oses erzeugt hat. Ferner sind diese Sandmassen in einem ruhigen Meere abgesetzt worden, denn ihre Schichtung zeigt sich als regelmäßig horizontal, auch schließen sie sehr gut erhaltene Muscheln ein, welche mit den in unsern Meeren lebenden identisch sind. Es geht daraus hervor, daß es nicht heftige Ströme sind, welche alle diese Trümmer herbeigeführt haben — daher auch ein neues Räthsel, das noch keine bestimmte Auflösung zuläßt. Durocher nimmt an, daß ein zerstörendes, zeutlösendes Phänomen, dessen Ursache man nicht kenne, zuerst die Berge des Nordens abgetragen und die Felsen in Blöcke umgewandelt habe, welche sich an ihrem Fuße angehäuft haben werden, und daß hierauf die Gewässer sämmtliche kleinere Trümmer ins Meer ruhig geführt haben. Aber dann habe das Eis während der heftigen Winter die am Ufer aufgehäuften Blöcke zusammengebacken, und bei jedem Losbruch haben herumschwimmende Eisschollen diese Blöcke nach allen Richtungen hinausgetragen, und sie da und dort in den Meeren abgesetzt, wie wir es jetzt noch im Kleinen sehen können (§. 50). Die Hebung dieses Meeres, wovon das baltische Meer noch ein Rest ist, und wovon der Grund sich noch mit Blöcken besät findet, habe sie hierauf zu Tage gelegt.

Man erhält aus diesen Beobachtungen eine Reihe äußerst merkwürdiger Thatsachen, die noch nicht erklärt sind, weil man sie weder unter sich selbst, noch mit einer andern, die man als das Princip davon betrachten könnte, zu vergleichen weiß. Es fehlen uns offenbar Thatsachen, welche uns die Zeit wird verschaffen können, wenn wir durch die Umstände werden entdeckt haben, welches die Elemente sind, mit welchen wir ihr Studium beginnen müssen.

§. 129. **Jüngeres Schwemmland.** — Hier findet sich sowohl das, was in unsern Tagen geschieht, als das, was in die historischen Zeiten hinaufreicht, ganz geordnet. Unsere Flüsse setzen sowohl bei ihrem gewöhnlichen Lauf, als bei den Ueberschwemmungen unaufhörlich Sand und Schlamm ab; sie vergrößern sich, verändern die Delta's, führen Thiere und Pflanzen jeglicher Art ins Meer, und beschädigen bald Thäler, die sie durchströmen, bald füllen sie dieselben aus. Die Meere häufen Sand und Kies an den Ufern an, nebst dem, daß sie auch zugleich auf ihrem Grund Ablagerungen bilden, welche durch neue Hebungen einst unsere Continente vergrößern müssen.

Unsere See'n füllen sich mit allen möglichen Trümmern an, welche die Gewässer herbeiführen; Süßwasserformationen vergrößern sich darin und werden später die neueren Analogien der partiellen Ablagerungen liefern, die wir im Wälderthon und besonders im Pariser Grobkalk gesehen haben. Unsere Sümpfe verserren sich durch den Torf, der sich täglich bildet und dessen Ablagerung ohne Zweifel gleichzeitig mit der neuen Ordnung der Dinge begonnen hat. Sie erfüllen sich mit Sumpferz, z. B. in den Sümpfen von Schlesien, wo die Infusorienpanzer in Eisenoxydhydrat umgewandelt sind. Es bilden sich überall Ablagerungen von Kalktuff — als Fortsetzung von denjenigen, die wahrscheinlich seit den älteren Alluvialbildungen begonnen haben.

Erst zur neuern Epoche muß man jene Ablagerungen von Meeresmuscheln zählen, welche, wie wir sie auch bereits an den Küsten von Italien und Sicilien, Schweden und England, auf den Antillen, wo sich menschliche Reste finden, und auf den Inseln von Peru (§. 65, 78) angegeben haben, Ueberreste der menschlichen Industrie einschließen; wir müssen damit selbst jene, auf dem Wege ihrer Bildung begriffene Korallenfelsen, die wir bei den Südmeeren angegeben haben (§. 66), und die flachen Küsten, die sich in unsern Tagen in Chile gehoben und die offenbar daran Theil haben, verbinden. Was die analogen Ablagerungen betrifft, die man vorher noch auf dem trockenen Lande findet, und diejenigen, die aus der Tiefe des Meeres zu Timor, in Neuholland, Schweden u. s. w. emporgestiegen sind, so möchte es eine schwere Aufgabe sein, ihre Bildungsepoche zu bestimmen; und obgleich die Reste, die sie einschließen, ganz der jetzigen

Epoche angehören, so müssen wir sie vielleicht wegen der Analogie mit dem, was uns die Sandablagerungen von Dänemark darbieten, auf die älteren Alluvialbildungen beziehen. Uebrigens ist es nicht unwahrscheinlich, daß man in den verschiedenen Alluvialgebilden, welche auf diesenigen folgen, die man auf die subapenninische Formation bezieht, in der Folge mehr Abtheilungen bilden wird, als wir gegenwärtig annehmen.

Krystallinische Gesteine, mit den verschiedenen Flötzgebilden eingelagert.

§. 130. **Natur und Unterscheidung der krystallinischen Gebirgsarten.** — Wenn auf der einen Seite die dichte oder erdige, mehr oder weniger mit verschiedenen Substanzen gemischte, mit hinsichtlich der Natur und Mächtigkeit sehr verschiedenartigen sandigen Ablagerungen eingelagerte kohlensaure Kalk im Allgemeinen die Flötzformationen bildet, so bilden dagegen auf der andern Seite die verschiedenen Silikate eben so allgemein das, was wir krystallinische Gesteine genannt haben, wovon die einen durch Schmelzung, die andern rein nur durch Metamorphismus entstanden sind (§. 81 bis 101). Die Stoffe sind vornehmlich die verschiedenen Substanzen, die man unter der Benennung Feldspath, z. B. der Labradorfelspath, der Kalkfeldspath oder Orthoklas und der Albit, zusammengestellt hat, ferner die Glimmer, welche so viele verschiedene Arten darzubieten scheinen; die verschiedenen Arten von Hornblende, besonders der Strahlstein; die Pyroxene mit einer Basis von Eisenoxydul und ihre Abänderung, die man Augit genannt hat; endlich die Silikate der Bittererde, die unter dem Namen Serpentin und Diallage vorkommen (s. Mineralogie). Alle diese Mineralien finden sich auf verschiedene Weise sowohl unter sich, als mit dem Quarz gemischt.

Die Gebirgsarten, die aus Kieselerde und den verschiedenen Silikaten bestehen, sind bald einfach, bald zusammengesetzt, d. h. sie sind bald aus einer und derselben Mineralsubstanz gebildet, bald sind sie ein Resultat einer constanten Vereinigung mehrerer verschiedenen Stoffe. Die einfachen Gebirgsarten sind zuerst der Quarz als Gestein, der dicht oder körnig, auch häufig mehr oder weniger schiefrig ist, und die Quarzfelsen (Quarzite) und den lydischen Quarz bildet. Sodann kommen die hinsichtlich des Grades ihrer Dichtigkeit verschiedenen Feldspathe, welche die Bergkiesel oder Eurite bilden; hierauf die Obsidiane und Retinite, welche sich hier mineralogisch anschließen, so wie die Bimssteine, die davon herrühren. Die Hornblende bildet die Felsarten, die man Hornblendegesteine nennt, wie der Augit als Masse den Augitfelsen bildet. Die verschiedenen Serpentinarten sind ebenfalls einfache geschmolzene Felsarten, welche da und dort mehr oder weniger beträchtliche Warzensteine bilden. Man nennt Gabbro (Schillerfels) solche Felsarten, die in ihrem Bruche Schillerspathblätlichen zeigen.

Die zusammengesetzten Felsarten, aus denen man je nach der Menge, Beschaffenheit und Verschiedenartigkeit der gemischten Mineralsubstanzen mineralogisch unendlich viele Arten bilden kann, reduciren sich jedoch nur auf eine ziemlich kleine Anzahl, wenn man sie im Großen, als die Massen, welche sie auf der Erdoberfläche bilden, betrachten will. Im Allgemeinen begreifen sie nachfolgende Gebirgsarten in sich.

Granit. — Eine massige, aus drei krystallinischen Elementen, dem Kalifelspath, Quarz und Glimmer, die gewöhnlich zu einer körnigen Masse mehr oder weniger fest verbunden sind, gebildete Felsart. Der Glimmer, welcher so viele verschiedene Charaktere darbietet, kann zur Bildung einer großen Anzahl von Varietäten dienen — so unter andern die talkartigen Granite, welche besonders den Alpen angehören, und welche durch eine Idee, die man falsch auffaßte, Protogyne genannt worden sind. Die Art und Weise, wie diese Elemente zusammengestellt sind, kann auch zu einigen Unterscheidungen Veranlassung geben, daher die Pegmatite, wo genannte drei Bestandtheile sich im Großen finden, und jeder Bestandtheil große, deutliche Anhäufungen bildet, die zusammengebacken sind. Im Kleinen stellt das Gestein oft einen blätterigen, mit Quarzkrystallen angefüllten Feldspath dar; der Schriftgranit ist eine Abänderung davon, wo die im Feldspath eingeschlossenen Quarzkrystalle in gewissen Richtungen wie hebräische Buchstaben aussehen.

Syenit. — Eine dem Granit ziemlich analoge, massige Felsart, in welchen er in alle Nüancen übergeht, wo der Glimmer entweder ganz oder zum Theil durch Augit ersetzt ist. Ziemlich häufig verschwindet darin der Quarz auf einer mehr oder weniger beträchtlichen Ausdehnung und manchmal auch der Kalifeldspath. In diesem letztern Fall geht das Gestein in Hornblendegestein über. Zuweilen verschmelzen die Elemente in einander, die Felsart wird dicht und gleicht dem dichten Diorit.

Aehnliche Gebirgsarten finden sich noch, wo an die Stelle des Kalifeldspathes der Labradorfelspath getreten und die Hornblende durch Hypersthen ersetzt ist; dies sind die sogenannten Hyperite.

Die Granite und Syenite schließen in der Masse, aus der sie hauptsächlich bestehen, oft mehr oder weniger große Feldspathkrystalle ein, die ziemlich häufig dem Albit angehören. Das Gestein wird alsdann porphyrartig.

Gneiß. — Der Granit und Syenit verlassen häufig die ihnen eigenthümliche massige, krystallinische und körnige Struktur und gehen in schiefrige Gesteine über, ohne jedoch eines ihrer Elemente zu verlieren. Diese Gesteine nennt man Gneiß oder Gneuß, die an allen Abänderungen der zu ihrer Art gehörigen Felsarten Theil nehmen; indessen muß man bemerken, daß, wenn auch diese Gesteine zuweilen Varietäten von den Graniten oder Syeniten sind, denen sie beigesellt sind, so verbinden sie sich doch meistens mit den sandigen Gesteinen, mit den Kohlenschiefern der Flötzformationen, wovon sie Metamorphosen sind: alsdann bilden sie die veränderten, die metamorphosirten Gneiße, die sich immer zwischen den Graniten und den Flötzgesteinen eingeschaltet finden.

Weißstein. — Es ist oft der Fall, daß der Granit und Syenit in einigen Punkten zufällig ihren Quarz, Glimmer oder ihre Hornblende verlieren; alsdann wird das Gestein beinahe ganz feldspathartig, feinkörnig, und erhält den Namen, Weißstein. Dieser ist bald dicht, bald schiefrig, manchmal granitartig und schließt alsdann eingesprengte Glimmerblätlichen, selten Quarz, ein.

Greisen (Hyalomicte granitoide). — Eine Granitart, wo der Feldspath sehr selten vorkommt, die aber wichtig ist, weil sie häufig Zinnerze mit sich führt. Der schiefrige Greisen (Hyalomicte schistoide), der bloß Bergkrystalle und Glimmer einschließt, scheint sich manchmal dem Gneiß und Glimmerschiefer, welche zu den granitischen Massen gehören, anzuschließen; aber in der Regel verbinden sie sich auch mit den umgewandelten Felsarten dieser beiden Gattungen.

Gabbro. — Ein aus dichtem Albit und einer der Substanzen, welche man Schillerspath nennt, zusammengesetztes Gestein. Es hat bald ein granitartiges Aussehen, bald eine schieferige und mehr oder weniger blätterige Struktur.

Diorit oder Grünstein. — Dieses Gestein ist in krystallinischem Zustand äußerlich dem Syenit ziem-

lich ähnlich, aber aus Albit und Hornblende zusammengesetzt, und schließt nur selten Quarz ein. Der Diorit geht, indem er den Feldspath verliert, häufig in Hornblendegesteine über; nicht selten mischen sich aber auch die beiden Elemente innig mit einander, und die ganze Masse wird compact, so daß man nicht mehr darin mit dem bloßen Auge die constituirenden Theile unterscheiden kann; man bezeichnet ihn alsdann ziemlich häufig mit dem Namen Grünstein oder Aphanit. Durch Beimengung von kleinen Feldspathkrystallen wird er dann oft porphyrartig.

Dolerit. — Dieser ist ein Gemisch von Labradorfelspath mit Augit. Er gleicht manchmal gewissen Syenit- und Doleritabänderungen, um so mehr, als er ziemlich häufig auch Hornblende enthält.

Basalt. — Ein compacter Dolerit, wo der Labradorfelspath und der Pyroxen so innig gemengt sind, daß man sie mit dem bloßen Auge nicht zu unterscheiden vermag. Oft finden sich auch Pyroxenkrystalle, manchmal schwarzer Glimmer, und häufig Peridot beigemengt. Der Basalt zeigt oft eine Absonderung in prismatische Säulen; bildet häufig Uebergänge in verschlackte Mineralsubstanzen, in Basaltluffe und auch in eine ziemlich dichte thonige Substanz, die man Wacke nennt, welche manchmal für sich selbst beträchtliche, bald isolirte, bald mit den Basalten und basaltischen Mandelsteinen in Verbindung stehende Ablagerungen bilden.

Trapp. — Ein zweifelhaftes Gestein, wo die constituirenden Elemente nicht zu unterscheiden sind: man sieht es bald in dichten Diorit, bald in Basalte übergehen. Diese Substanzen theilen sich sehr häufig in Prismen, und stellen in den Gesteinen dieselben Gänge dar, wie die Basalte, wenn sie nicht in die verschlackten Mineralsubstanzen übergehen. Man findet darin keinen Peridot mehr eingewachsen. Uebrigens gewahrt man bei ihren Uebergänge zu den Porphyren und porphyrartigen Mandelsteinen. Sie bilden oft stufenförmige Felsmassen, woher auch ihr Name Trapp rührt.

Trachyt. — Dieser ist ein massiges Gestein, bald albitisch, bald pyrakolitisch, oft mit äußerst feinen Poren, welche ihm eine eigenthümliche Schärfe verleihen. Die Trachyte bilden einerseits Uebergänge zu den verschlackten oder bimssteinartigen Substanzen, anderseits zu dichten und zu porphyrartigen Gesteinen, sowie in sehr schwammige, quarzführende Porphyre. Sie sind bald einfach, bald sind ihnen Glimmer oder Hornblende beigemengt. Man nennt Domite (von Puy-de-dome) die erdigen Varietäten, die manchmal eine Basis von Pyrakolit haben, und hat den Namen Andesit den Trachyten gegeben, worauf die Andes bestehen, und deren Beschaffenheit ganz albitisch, wie die der ungarischen Trachyte, zu sein scheint.

Phonolith oder **Klingstein.** — Ein in Tafeln oder Platten spaltbares oder schiefriges, gewöhnlich klingendes, zum Theil von Säuren angreifbares, bald einfaches, bald kaum porphyrartiges Gestein, das sich sowohl an die Trachyte, als an die Basaltgebilde anschließt.

Verschiedene Porphyrgesteine. — Porphyr nennt man jedes Gestein, das in einem dichten, gewöhnlich feldspathartigen Bindemittel deutliche Krystalle von einer andern Substanz einschließt, die aber im Allgemeinen eine von denjenigen ist, die man Felspath genannt hat. Entweder ist das Bindemittel ein beinahe reiner, dichter Feldspath, und es gehen daraus die Eurit porphyre hervor; oder schließt es eine ziemlich große Menge einer rothen, eisenhaltigen Substanz ein; oft ist es ein Diorit, welchem hellere, manchmal ganz weiße Albitkrystalle beigemengt sind: dieß sind alsdann die grünen Porphyre — Grünsteinporphyre, die man auch Ophite nennt. In andern Fällen ist die Basis ein Labradorfelspath, und durch eine Substanz, die man für Pyroxen hält, schwarz gefärbt, daraus gehen schwarze Porphyre hervor, die man auch Melaphyre nennt. Endlich enthält oft das Bindemittel Kieselerde, die man da und dort sich ausscheiden und mehr oder weniger große Partieen von unburchsichtigem Kiesel stehen; manchmal erfüllt es sich mit Quarzkrystallen, und schließt zugleich auch Kalifeldspath- oder Albitkrystalle ein. Diese Gesteine, die gewöhnlich rothlich aussehen und deren Bindemittel oft mehr oder weniger erdig wird, sind die Quarz- und die Thonporphyre.

Variolit oder **Blatterstein.** — Wenn der Felspath, anstatt sich in einem felspathartigen, dichten Bindemittel als Krystalle zu zeigen, darin nur noch krystallinische Körner bildet, welche öfters vom Mittelpunkte aus gegen die Oberfläche hin gestreift (d. h. strahlig) sind, so erhält das Gestein den Namen Variolit oder Blatterstein. Die Variolite der Durance haben eine Grundmasse von Diorit.

Mandelsteine. — Der Diorit, der Basalt, die Wacke, der Trapp und der Melaphyr schließen oft mehr oder weniger unregelmäßige Kerne (Mandeln) von Kalk, Arragonit, Zeolith ein, die man manchmal mit in einem Teig eingeschlossenen Mandeln verglichen hat: das Gestein erhält alsdann den Namen Mandelsteine. Man weiß nicht immer, welcher Felsart das Bindemittel der Mandelsteine angehört; wohl aber sieht man sämmtliche vorhin erwähnte Urgebirgsarten in diese Modifikation übergehen, und man bemerkt alsdann, daß die Diorite Uebergänge in Mandelsteine machen, deren Kerne oder Mandeln Kalksteine sind, während die Melaphyre, die Basalte ꝛc. Mandelsteine mit Arragonit- und Zeolithkernen geben.

Blätterige oder **schieferige Felsarten.** — Diese Gesteine bestehen aus Blättern von bald elastischem, bald bloß biegsamem Glimmer, und lassen sich alsdann glatt anfühlen; meistens sind sie mit Lagen von Quarz untermengt, und das Ganze bildet Massen, die in mehr oder weniger dünne Blätter gespalten werden können. Dieß sind die Glimmerschiefer und Talkschiefer: den Namen Urthonschiefer gibt man oft den schiefrigen Gesteinen, die keinen Quarz oder denselben wenigstens nur in sehr geringer Menge einschließen.

Gewisse Glimmerschiefer, besonders solche, wo der Quarz vorherrscht, sind bloß Modifikationen von Gneißen, die den granitartigen Gesteinen beigesellt sind; die meisten aber verbinden sich mit den verschiedenen Ablagerungen der Flötzformation durch die über den Graniten liegenden Gneiße, und sind nur das Resultat der Umwandlung der sandigen und thonigen Ablagerungen durch unterirdischen Agentien.

Krystallinische Kalksteine. — Die Kalke der Flötzformation sind fast immer in der Nähe von den geschmolzenen Felsarten stark verändert. Sie gehen alsdann in verschiedene Varietäten von körnigem Kalke über und mischen sich mit verschiedenen Mineralsubstanzen und bilden zusammengesetzte Gesteine, denen man zuweilen verschiedene Namen gibt: so z. B. Calciphyr, wenn sie Krystalle von verschiedenen Substanzen einschließen; Cipolin oder Zwiebelmarmor, wenn sie Glimmer oder Talk in gleichförmig verbreiteten Blättchen einschließen; Ophit (Ophicalce), wenn diese Mineralsubstanzen als Adern oder Blättchen vorkommen; Calcschiste, wenn sie eine schiefrige, aus abwechselnden Blättchen von Glimmer- oder Talkschiefer und Kalk, ꝛc. gebildete Masse darbieten.

Lava. — Erinnern wir uns, daß die Laven keine besondern Gebirgsarten sind, sondern nur verschiedene Vorkommnisse von Mineralsubstanzen, und verschiedenen Gebirgsarten, Trachyten, Obsidianen, Basalten, u. s. w., angehören. Man gebraucht diesen Na-

men besonders bei gewissen Ablagerungen, welche einst fließend gewesen sind, und lange und schmale Streifen auf der Oberfläche der Berge oder auch weit ausgedehnte Decken bilden.

§. 131. Auftreten durch Schmelzung entstandener Felsarten. — Nach den in §. 88 bis 101 angegebenen Thatsachen ist es evident, daß die durch Schmelzung entstandenen Gebirgsarten in verschiedenen Epochen aus dem Innern der Erde durch die Ablagerung der Flötzformation hindurch ausgetreten sind, die sie gehoben haben, zwischen deren Schichten sie oft eingedrungen sind und die sie auch manchmal mit ihren Ergüssen bedecken.

Granitartige Gesteine. — Diese Gesteine haben bereits bei den ersten Flötzgebilden zu erscheinen begonnen, und vielleicht hatte es deren vor den Ergüssen auf der Erdoberfläche gehabt; sie haben sich aber zu allen Zeiten über die tertiären Formationen hinaus, wie z. B. in Toskana und auf der Insel Elba, zufolge Herrn von Collegno, fortgesetzt. Besonders reichlich haben sie sich in den Alpen über der jurassischen Formation ergossen, welche auch die Syenite auf der Insel Sky durchschnitten haben. Den Granit findet man oft vollständig abgesondert von den Gesteinen des Flötzgebirges und für sich allein beträchtliche Ablagerungen bildend, welche weite Gegenden bedecken, wie z. B. im Mittelpunkt von Frankreich, in der Auvergne und in Limousin, wo er in der Kegel eine Zusammensetzung kleiner abgerundeter, häufig mit ihren verwitterten und in Sand verwandelten Trümmern bedeckter Hügel darbietet. Allein selbst alsdann noch erkennt man verschiedene Alter; die einen treten als Gänge in andern auf, oder bilden Ketten, welche, da sie in verschiedenen Richtungen laufen, somit die relativen Epochen ihres Erscheinens anzeigen. So ist auf der Centralmasse von Frankreich die das Grundgestein bildende Masse ein grauer feinkörniger, aus grauem Quarz und häufig aus schwarzem Glimmer gebildeter Granit; und so bemerkt man auch da und dort mehr oder weniger mächtige Gänge von verschiedenen Granitabänderungen, oder auch Ketten von porphyrartigem Granit mit beigemengten großen Krystallen aus blättrigem Feldspath, wie z. B. im Departement der Creuse und im Loyeregebirge, und endlich auch Pegmatite. Der Granit des Morvans, mit röthlichem Feldspath und grünem Glimmer, ist ebenfalls noch ein anderes, und seine Erscheinung knüpft sich an neuere Epochen an. Auch findet man den Granit oder den Syenit, der alsdann beide in Gneiß, und von da in Leptynit (Weißstein) und Glimmerschiefer übergehen, zwischen Flötzablagerungen eingeschoben; so findet man sie einerseits mit den cambrischen und silurischen Schichten, z. B. im Estrelin und der Bretagne, in den Vogesen und Pyrenäen; in mehreren Theilen von England, Deutschland, in Ungarn, Norwegen u. s. w.; und anderseits kommen diese Gesteine zwischen den verschiedenen Ablagerungen vor, die sich auf die jurassische Formation beziehen, wie z. B. in den Alpen.

Porphyre, Diorite, Serpentine, Trapp. — In der silurischen Periode haben viele andere krystallinische Gesteine zu erscheinen angefangen; so finden sich thonige und quarzhaltige Porphyre mit Syeniten und Graniten verbunden, wie man's in den Vogesen, im Morvan, Beaujolay, Forez u. s. w. sieht. Aber diese Gesteine haben sich noch weiter fortgesetzt, denn sie durchsetzen die Kohlenformation, gelangen in den rothen Sandstein, wo sie Stöcke und sogar Decken unter der Form von ziemlich ausgedehnten Plateaux bilden, und sich oft mit Retinitablagerungen verbinden; man sieht dies besonders in Deutschland, auch zeigt es sich in Frankreich im nördlichen Theil der Vogesen. Diese Porphyre erstrecken sich sogar bis in den bunten Sandstein hinein, wie man es in der Umgegend von Frejus sieht; doch hat man sie bis jetzt noch nicht in die neuern Bildungen eindringen sehen.

Viel weiter hinauf setzen sich die verschiedenen Dioritvarietäten fort, welche in den ersten Bildungsepochen ihren Anfang nehmen; man kann dies bei den Ophiten oder dioritischen Porphyren sehen, von denen sich gewisse Varietäten schon reichlich in der silurischen Formation finden, und von denen mehrere andere über der Kreide, z. B. in den Pyrenäen, endigen, indem sie bis zu den Sandgebilden der Landes aufsteigen.

Was den Serpentin und Gabbro betrifft, so kommen sie von den silurischen Ablagerungen bis zur Kohlenformation vor, wo sich der Serpentin mit dem Trapp, wie z. B. zu Noyant im Departement des Allier, verbindet, und manchmal besondere Hügel bildet, wie z. B. zu Firmy im Aveyron-Departement; sie reichen in den Kalk des Jura hinein, sind in seinen verschiedenen Schichten eingeschoben, wie auf der Insel Spezia; wo anders gelangen sie in die Kreide und ergießen sich bis über die tertiären Formationen hinaus. Im obern Theil der Reihe der Flötzformationen sind diese Gesteine häufiger; man sieht dies z. B. an dem südlichen Anhang der Piemonteser Alpen und in den Apenninen.

Der Trapp findet sich in Schweden in den silurischen Gebilden; an einem andern Orte kommt er in Mitte der Kohlenformation, wo er sich in mehr oder weniger mächtigen Schichten eingeschoben findet, in großer Menge vor, wie man z. B. in Frankreich im Thale der Queune, um die Steinkohlenlager von Fins, und weiter davon entfernt in den Steinkohlenablagerungen von Brassac, an den Ufern des Allier sehen kann; in England zeigt man uns ebenfalls zahlreiche Beispiele davon. An andern Orten geht er auch durch die jurassischen Ablagerungen hindurch — so in Yorkshire, an mehreren Punkten Schottlands, auf der Insel Mull ꝛc. Endlich brechen sie in Irland durch die Kreideformation zu Tag, liegen darin in mächtigen Bänken eingeschoben, und bilden auf der Oberfläche weite Plateaux.

Auch die Melaphyre begannen vielleicht von der silurischen Formation an, wo sie sich oft mit den thonigen Porphyren verbinden, von denen sie aber in gewissen Varietäten nicht immer leicht zu unterscheiden sind, zu Tage zu brechen; aber man findet sie sicherlich auch im rothen Sandstein, z. B. in den Vogesen; auf dieser Höhe erscheinen sie ganz deutlich. Sie setzen sich mitten durch die jurassischen Ablagerungen fort, die sie in Tyrol, sowie zwischen dem Orta- und Luganosee gehoben haben; sie setzen sich sogar bis zur Epoche der subapenninischen Formation fort, deren Schichten sie sehr wahrscheinlich in der Provence aufgerichtet haben.

Basalte, Trachyte ꝛc. — Der Basalt scheint seinen Anfang nur in der Kreideepoche genommen zu haben: auf der einen Seite haben wir die zweifelhaften Trappgesteine von Irland, welche diese Arten von Ablagerungen durchsetzen, und welche von einigen Geologen für Basalte gehalten wurden; auf der andern Seite zeigen sich sehr charakteristische Basalte mit Peridot in Vicenza, in Verbindung mit der Nummulitenkreide, und die damit verbundenen Basaltuffwechsellagern nicht nur mit dieser Kalkfeinart, sondern schließen selbst auch alle Muscheln ein, durch die sie charakteristisch sind. Von dieser Epoche an haben sich die Basalte durch alle Ablagerungen hindurch bis zur gegenwärtigen Epoche fortgesetzt; sie haben nicht bloß am Abhang der Berge und in den Thälern Ströme gebildet, die sich an vulkanische Kegel mit Kratern knüpfen, z. B. in der Eifel und in Vivarais, sondern sie fließen noch in unsern Tagen in Island.

Die Trachyte haben vielleicht etwas später als die Basalte angefangen; wir kennen sie nicht in der

Kreide, und die ältesten beziehen sich höchstens auf Bildungen, die dem Pariser Grobkalk ähnlich sind, wie ich in Anguin zu sehen glaubte.

Im Cantal sind sie jünger und folgen auf die Molassenformation; denn sie überlagern in der That die Süßwasserablagerungen dieser Epoche, welche sie durchsetzt und versioben haben, und wovon sie die Trümmer einschließen. Sie erzeugen sich noch in unsern Tagen, indem sie Berge, welche sich stufenweise erheben, oder wirkliche Ströme (§. 46), formwie den Obsidian, der einen Theil von ihnen ausmacht, bilden.

Die Klingsteine gehören auch beinahe derselben Epoche an; doch scheinen sie sich im Allgemeinen eben so, wie der Basalt, für sich besonders entwickelt zu haben; d. h., daß je nach den Lokalitäten bald die eine, bald die andere dieser Gebirgsarten vorherrscht. Man sieht sich veranlaßt, dem Erscheinen der Klingsteine die Hebung der Trachytmassen, woraus der Monte-Dor und der Cantal bestehen, zuzuschreiben.

Die Mandelsteine sind, wie man sehen kann, von jedem Alter. Es gibt solche, die sich an die Diorite und die Trappgesteine, wiederum andere, die sich an die quarzführenden Porphyre, an die Melaphyre oder auch an die Klingsteine und Basalte anschließen; folglich folgen sie den Ausbrüchen dieser verschiedenen Stoffe.

Alle diese Einzelheiten weisen auf eine ununterbrochene Folge in den Ausbrüchen feuriger Gesteine seit den ältesten Epochen bis zu unsern Tagen hin; nur sind sie in den ältern Epochen allgemeiner und bedeutender gewesen und scheinen die Gesteine auf der Erdoberfläche in einem zäheren Zustande angekommen zu sein, als wir es seit der Kreideepoche sehen; wir schließen daraus, daß die Granite, Syenite und verschiedene Porphyre sich nicht als Decken, wie wir es beim Trapp, Trachyt und Basalt sehen, ausgebreitet haben.

§. 132. **Einfluß dieser Gesteine auf die Flözablagerungen.** — Wir haben diesen Einfluß, wenigstens den auf die Kalke, von der Berührung des Basaltes mit diesen Formationen an bis zu der des Granits bereits gezeigt; was wir hier zu thun haben, ist gewissermaßen nur eine Wiederholung.

In den Alpen zeigen sich diese Thatsachen im höchsten Grade und bieten uns die meisten Variationen dar. Die Kalke, die man in den Vorposten dieser Gebirgskette findet, gehören offenbar dem durch das Vorhandensein der Belemniten charakterisirten und von seinen sandigen und thonigen Substanzen begleiteten Lias an. Man kann diese Kalke in verschiedenen Punkten gegen das Centrum der Kette hin verfolgen, und man sieht sie alsdann auf gar vielerlei Weisen sich modificiren. An einigen Stellen trifft man darin noch die Belemniten und einige andere charakteristische Muscheln an; aber sie sind schon in ihrem Zustand verändert: die einen sind dichter, die andern ein wenig krystallinisch geworden und haben sich verschiedenartig gefärbt. Die Schieferthone, welche ihre Lagen trennten, sind in glimmerartige oder auch talkartige Schiefer übergegangen, welchen oft andere Substanzen vorausgehen, die noch ihre sandigen Eigenschaften beibehalten haben, wo man den Talk in stellenweise zerstreuten Blättchen eintreten sieht; die quarzigen Sandsteine sind compacte und körnige, bald einfache, bald Glimmer einschließende Quarze geworden. Andere sandige Gesteine haben einen lebhaftern Glanz, eine bedeutendere Festigkeit und eine besondere Farbe gewonnen, und schließen mehr oder weniger breite Glimmer- oder Talkblättchen ein, die man nicht überall in der jurassischen Formation antrifft; daraus gehen Gesteine hervor, welche alle Charaktere der Grauwacken annehmen, die wir in den silurischen Ablagerungen (§. 110) angegeben haben; Alles dieses wechsellagert bald mit dem Glimmerschiefer und Gneiß, welche in untergeordneten und mehr oder weniger den Graniten als Masse, um welche herum alle vorhergehenden Ablagerungen gehoben sind, ähnlichen Schichten in wahre Granite übergehen. In andern Punkten der Kette findet man weiße oder gefärbte, einfache oder mit Blättchen von Glimmer oder jeder andern Substanz erfüllte, körnige Kalksteine, wo jede Spur von Muscheln verschwunden ist, wie dies auch in der Nähe vom Gabbro und Serpentin der Apenninen der Fall ist (§. 98); endlich sind in einigen Theilen die Kalksteine in mehr oder weniger krystallinische Dolomite umgewandelt, wie wir bereits solche in der Nähe der Melaphyre von Tyrol angegeben haben. Fügen wir noch hinzu, daß wir in gewissen Thälern der Alpen an den Gehängen verschiedene abgerissene Partieen von Gyps oder Karstenit finden, die sich in ganz anormalen Stellungen zeigen, sich nicht in das Innere des Bodens fortsetzen und immer durch Kalkstein endigen; man sieht dies besonders in solchen Punkten, wo sich Mandelsteine oder Serpentine entwickelten, wie es auch in den Pyrenäen überall da Statt findet, wo die Ophiten vorkommen.

Nun von zwei Dingen das eine — entweder muß man sagen, daß die Formationen der Alpen, in welchen sich hier die krystallinischen Gesteine finden, nicht der jurassischen Epoche angehören, was heutzutage absurd wäre; oder muß man zugeben, daß während der Ausströmung dieser Gesteine sich zahlreiche Modifikationen in den Flözablagerungen bildeten, welche sie durchsetzt haben und daß auf Kosten der sandigen und thonigen Gesteine durch eine evidente, aber der Natur nach unbekannte Wirkung Thon- und Talkschiefer, Glimmerschiefer und Gneiß, mit einem Wort, die Gesteine entstanden sind, die man in unsern Tagen metamorphosirte oder umgewandelte Gebirgsarten nennt.

Durch diese Beobachtungen an den so klar ausgesprochenen Umwandlungen der Flözablagerungen in den Alpen lernen wir an sehr vielen andern Oertern, die uns weniger Details darbieten, eine Menge mehr oder weniger analoger Umstände kennen. So begreifen wir auch die mehr oder weniger körnigen Kalke, die als Schichten oder Arten von Gängen in den aufs Innigste mit dem Granit verbundenen Gneißen, wie in Limousin, oder in den Porphyren, wie in Forez, vorkommen; endlich begreifen wir sämmtliche Veränderungen des Kalkes in den cambrischen, silurischen und devonischen Gebilden, die an diesen Orten durch das Eindringen krystallinischer Gesteine eine so große Störung erlitten haben. Auch erklären wir uns jene beständige Uebergänge der Granite und Porphyre in die Glimmerschiefer, die verschiedenen Sandsteine, in welche sie eingedrungen sind, wie z. B. in die Liassandsteine von Burgund, die rothen Sandsteine der Vogesen, die bunten Sandsteine im Var-Departement, die Thonschiefer in der Bretagne, Eifel, den Vogesen und dem Forezgebirge.

Gehobene und verdrehte Schichten. — Eine andere Art von Einfluß der krystallinischen Gesteine spricht sich in den Störungen aus, die man an den Schichten bemerkt, welche sie durchschnitten, auf alle Weisen unter einander geworfen und sie in eine mehr oder weniger stark geneigte Stellung gebracht haben, wie man überall in den Gebirgen sehen kann. Nicht weniger merkwürdig zeigt sich ihr Einfluß in den manchmal so complicirten, selbst so bizarren Verdrehungen, welche gleichfalls das Resultat ihrer Erscheinung sind und dem Drucke zugeschrieben werden müssen, die ihr Uebergang in die Ablagerungen, welche sie modificirt und erweicht haben, oder auf solche, die sich selbst in einem zähflüssigen Zustand befanden, ausgeübt hat. Diese Verdrehungen lassen sich besonders in den

verschiedenen schiefrigen Gesteinen der alten Formationen, z. B. in der Bretagne, den Vogesen, in der Centralgruppe von Frankreich, in den metamorphosirten jurassischen Ablagerungen der Alpen, in der Kohlenformation, wo wahrscheinlich die Substanzen an und für sich selbst eine gewisse Weichheit beibelten, bemerken.

§. 133. **Alte Eintheilung der Erdschichten.** Seit den ersten Schritten, die man im Studium der verschiedenen Ablagerungen, aus denen die Erdrinde besteht, gethan hat, hat man bemerkt, daß eine gewisse Anzahl unter ihnen Ueberreste von Wasserthieren einschließen und Schichten von abgerundeten Trümmern darbieten; während andere, z. B. der Granit, Porphyr u. s. w., keine Spur davon zeigen. Man hat an vielen Orten die ersteren auf den andern aufruhen sehen und geglaubt, daß dies die allgemeine Regel sei. Daher hat man die der organischen Reste und der Gerölle beraubten Schichten als die ersten Glieder der Schöpfung, als auf dem Wege der wässerigen Krystallisation vor der Erscheinung aller organisirter Wesen, welche dann die Meere bevölkert haben, entstanden, betrachtet. Man hat alsdann diesen Ablagerungen den Namen primitive Formationen gegeben, und hat als Gegensatz die andern secundäre Formationen genannt. Später machte man die Bemerkung, daß an gewissen Orten die Gesteine, die man in den primitiven Gebilden gewahrte, nicht plötzlich aufhören, und daß sie da, wo sie sich mit den secundären Gebilden verbinden, mit sandigen Schichten und mit Muschelablagerungen wechsellagern. Daraus hat man den Schluß gezogen, daß hier das Ende einer gewissen Ordnung der Dinge und der Anfang einer andern wäre, und hat sich die Theorie von einer besondern Bildungsperiode gebildet, während welcher ein vermittelndes Glied — oder Uebergangsgebirge entstanden ist. Als man später bemerkte, daß sich am Ende der secundären Reihe Ablagerungen befanden, wo die organischen Reste weit mehr an die gegenwärtigen Wesen erinnern, als die Reste der vorhergehenden Ablagerungen, und daß sich darin besonders viele sichtlich den Flüssen angehörende Muscheln befinden, so hat man sich eine vierte Abtheilung gedacht, die man tertiäre Formation genannt hat. In neuerer Zeit hat man sich sogar eine Abtheilung von quaternären Bildungen erfunden, um den Ablagerungen, in welchen man Spuren der menschlichen Industrie gefunden hat (§. 78), eine Stelle zu geben. Diese Eintheilungen haben nie etwas sehr Festes gehabt; man wußte weder ganz genau, wo das Uebergangs- oder Transitionsgebirge anfängt, noch wo es sein Ende erreicht, um der secundären Formation Platz zu machen. Ein wenig mehr war man hinsichtlich der tertiären Gebilde im Reinen, bei denen man allgemein übereinkam, daß sie nach der Kreide beginnen. Aber eine neue Ungewißheit blieb für die quaternären Bildungen, denen man wahrscheinlich mit den alten Alluvialgebilden (dem ältern Schwemmland) ihren Anfang nehmen ließ.

Man sieht also, daß wir heute sehr weit entfernt von den Ideen sind, welche der Aufstellung dieser Eintheilungen vorausgingen. Denn auf der einen Seite sind die krystallinischen Ablagerungen, die wir auf der Erdoberfläche sehen können und die weit entfernt sind, primitiv zu sein oder vor der organischen Schöpfung existirt zu haben, im Gegentheil nach vielen secundären und selbst den höchsten tertiären Ablagerungen zum Vorschein gekommen. Auf der andern Seite finden sich das Primitive und das Secundäre nicht bloß in einem Punkt der geologischen Reihe unter einander, sondern es findet dies auch in allen Stufen, bald in einem bedeutenden Grade und mit zahlreichen Modifikationen der gehobenen Gesteine, bald in einer geringeren Ausdehnung Statt, welche nur eine unbedeutende eingeschobene Masse erkennen läßt. Wollten wir jetzt noch eine solche Eintheilung beibehalten, so würde also Alles in Unordnung, in Verwirrung gerathen; auch haben wir bis jetzt vermieden, davon zu sprechen und wir würden es auch jetzt unterlassen haben, wenn nicht schon seit vielen Jahren gelehrte Arbeiten von berühmten Professoren nicht überall eine solche Gewohnheit in jenen Ausdrücken, besonders den Ausdrücken primitiv und secundär hervorgerufen hätten, daß es rein unmöglich ist, sie plötzlich vergessen zu machen; auch muß man nun den wahren Werth dieser Ausdrücke kennen lernen.

Die eigentlichen primitiven Gesteine, d. h. solche, welche aus dem ersten Festwerden der Oberfläche der glühenden Erdkugel hervorgingen — solche, auf welchem das Leben im Schooße der Meere begonnen hat, sind uns in der That unbekannt. Gleichwohl aber ist klar, daß es Gesteine mit feuriger Krystallisation sind; da unter ihnen der Granit in größter Menge vorkommt und da sich dieses Gestein auf großen Räumen von den ersten Flötzablagerungen an zeigt, so mußte man annehmen, daß er auch die Hauptgrundlage unserer Festländer bilde; doch ist es uns unmöglich, gegenwärtig diejenigen der Granite, die einfach gehoben worden sein könnten, von denen zu unterscheiden, die durch die weiten Spalten in alle Formationen eingedrungen sind. Obgleich wir weit ausgedehnte, ganz von Graniten eingenommene Räume finden, die selbst in ihrem Umfange mit cambrischen Ablagerungen bedeckt sind, so ist es uns doch völlig unbekannt, ob diese Granitfelsen wirklich vor diesen Formationen da waren oder ob sie sich daselbst eingeschoben finden und ob es nicht sogar unterhalb dieser Granitfelsen irgend eine andere Flötzablagerung gebe.

Der Ausdruck primitives Gebirge muß also verworfen werden, weil er ein relatives Alter anzeigt; doch sind wir durchaus nicht gehindert, ihn als synonym mit krystallinischem Gebirge von einer gewissen Art oder um deutlicher zu sprechen, als synonym mit granitischen Gebilden zu gebrauchen, indem wir unter diesem Ausdrucke sämmtliche Gesteine mit einem granitartigen Ausseben und alle, die sich hier anschließen, verstehen. Sehr häufig wendet man auch den Ausdruck Uebergangsgebirge an; aber man vergißt noch dabei die Idee, die ihn hervorgerufen hat, und begreift unter diesem Namen die Gesammtheit der cambrischen, silurischen und devonischen Gebilde mit sämmtlichen krystallinischen Gesteinen, welche sich in diese ersten Sedimentbildungen zwischen eingelagert haben. Unter secundären Formationen begreift man die ganze Reihe von Ablagerungen, welche jetzt folgen, die obere Kreideformation mit eingerechnet. Endlich versteht man unter dem Ausdruck tertiäre Formation die drei Abtheilungen, welche jetzt die regelmäßige Reihe schließen, in die man einst diejenigen hineinstellen wird, welche wir als altes Schwemmland und als neues Schwemmland bereits unterschieden haben.

Geologische Zusammensetzung von Frankreich.

§. 134. **Allgemeiner Begriff.** — Um die Geologie von Frankreich gründlich kennen zu lernen, kann man nichts Besseres thun, als die Resultate der ungeheuren Arbeit von Dufrenoy und Elie de Beaumont mit den Beschreibungen und Karten, welche diese Gelehrten darüber veröffentlichten, zu studiren. Ohne aber in so viele Einzelheiten einzugehen, kann man, indem man das Allgemeinste, den Entwurf derselben (Fig. 321), copirt, sehr deutliche und sehr wichtige Begriffe von der Physiognomie und die mineralische Bildung dieser weiten Gegend erhalten.

Fig. 321. Skizze von der geologischen Karte von Frankreich.

Diejenige Formation, die sich unbedeckt am wenigsten unterbrochen auf dem Boden von Frankreich, man könnte selbst sagen, von Europa zeigt, ist die Formation, die wir unter dem Namen jurassische Formation beschrieben und deren Verzweigungen wir schon (§. 118) angegeben haben. Der unbedeckte Theil dieser Formation findet sich auf der Karte, die wir aufs Neue wieder geben, durch die senkrechte Straffirung abgebildet.

Der beträchtlichste Streifen dieser Formationen theilt Frankreich in zwei Theile — in einen nördlichen und einen südlichen; indessen theilen die Anhängsel jeden derselben noch in zwei andere, woraus unmittelbar vier sehr deutliche Gebiete oder Theile hervorgehen. Paris nimmt den Mittelpunkt ein; die Bretagne, Poitou und die Normandie einen andern Theil; Limousin und die Auvergne bilden den dritten; und endlich die Landschaft Gascogne bis zu den Pyrenäen bildet den vierten. Diese vier Theile bieten verschiedene Eigenthümlichkeiten dar, die wir nun angeben wollen.

§. 135. **Beschaffenheit der verschiedenen Gebiete.** — Das Centralgebiet dieser großen geologischen Theilung von Frankreich begreift einen Theil von Burgund und Bourbonnais, die Provinz Marche, Limousin, die Auvergne, Lyonnais (Beaujolais und Forez), die Landschaft Velay, einen Theil der Landschaft Vivarais und Gevaudan, und den Rest der Sevennen. Sie reicht also vom Morvangebirge, welches im Norden eine Halbinsel bildet, bis zu den Bergen, die sich durch die schwarzen Höhen (Montagne noire) im Süden endigen und auch von der übrigen Masse durch die isolirten Partieen der jurassischen Formation getrennt sind. Dieser Theil von Frankreich bietet einen im Allgemeinen gehobenen, größtentheils aus Granit, der in den secundären Gebilden, von denen er auf allen Seiten umgeben ist, sich erhebt, bestehenden Boden. Auf dem Rücken dieses weit ausgedehnten Plateau's, dessen Höhe sich auf einem großen Theil seiner Ausdehnung zwischen 500 und 800 Meter erhält, erheben sich verschiedene, meistens aus einem Granit, der von dem der Grundmasse verschieden ist, wie z. B. in der Landschaft Gevaudan, und selbst aus Porphyr, wie im Forez-, Beaujolais-, Morvangebirge bestehenden Ketten. An einem andern Orte erheben sich Trachytgruppen, z. B. im Mont-Dore, Cantal, Mézenc; ferner Basaltmassen oder selbst vulkanische Kegel, die noch zum Auswerfen von Laven bereit zu sein scheinen: man sieht dies in der Auvergne, in Velay und in Vivarais.

In der Bretagne zeigt sich eine ähnliche Formation, wo der oft mit dem Syenit verbundene Granit mitten in den cambrischen, silurischen und devonischen Ablagerungen, die man als die Basis der Gegend ansehen kann, Gruppen bildet. Es finden sich darin sehr viele Dioritinseln; und das Ganze ist gegen Osten von einem Streifen Jurakalkes bedeckt, der sich von Süden nach Norden ausdehnt, wo er sich von Osten nach Westen bis Cherbourg erweitert.

An der Nord-Ostgrenze, außerhalb der vier angegebenen Regionen finden sich noch zwei Gruppen mehr oder weniger analoger Formationen, welche die Vogesen und Ardennen bilden. Die erstere bietet noch Granite, Syenite, alte Schiefer und besonders eine ungeheure Masse Kupferschiefer dar. Die zweite besteht beinahe ganz aus schiefrigen Gesteinen, die wahrscheinlich ziemlich alt sind. Endlich zeigt sich noch im Süden von Frankreich, zwischen Toulon und Freius, eine kleine Granitgruppe, welche die Montagnes des Maures zusammensetzt und sich mit den aus Porphyr und buntem Sandstein gebildeten Bergen der Esterelle verbindet.

Das Gegentheil von dem Centralplateau von Frankreich ist die Region, wo sich Paris befindet, die eine tiefe Gegend ist, wo von allen Seiten sich der Jurakalk unter einer Centralausfüllung verliert, welcher als Träger, als Recipient dient, und deren Höhe er meistens überragt. Das Innere dieses Beckens ist mit concentrisch über einander liegenden Schichten erfüllt, die man mit einer Reihe ähnlicher Gefäßen vergleichen könnte, welche man in einander stecken würde, um weniger Raum auszufüllen. Die untere und obere Kreideformation bilden die verschiedenen Schichten, welche auf die jurassische Formation folgen und sich an den Rändern des Beckens unbedeckt zeigen, wo sie sich mehr oder weniger hoch erheben; gegen das Centrum hin sind diese Ablagerungen entweder durch die Pariser Grobkalke, die sich bis nach Belgien erstrecken oder durch den Kieselkalk oder durch die Sandsteine von Fontainebleau, die sich bis über die Loire hinaus ausdehnen, verdeckt.

Im Süden zeigen uns Gascogne und das ganze Gebiet, das sich bis zu den Pyrenäen ausdehnt, eine andere tiefliegende Gegend, unter welche sich gleichfalls der Jurakalk senkt. Die Kreideformation zeigt sich hier im Norden zwischen der Charente und der Dordogne und im Süden in der ganzen Länge der Pyrenäen, in deren Mitte sie sich zu sehr bedeutenden Höhen erhebt. Im Centrum findet man um Bordeaux herum am ganzen rechten Garonneufer den Pariser Grobkalk; weiter gegen Osten bis zum Fuße der Granitberge im Departement des Tarn herrscht die Molassenformation; endlich findet sich im Westen auf dem ganzen linken Ufer des Flusses die dritte tertiäre Stufe, welche in dieser Gegend die Reihe der letzteren Flötzablagerungen complet macht.

Das große Thal der Saone und der Rhone bildet ein anderes enges — von Norden nach Süden längliches und an seinem unteren Theil erweiteries Becken. Auf der Höhe von Besançon zeigt sich die Formation der Landschaft Bresse, oder dritte tertiäre Ablagerung; aber weiter hin bis Marseille, wo sich die in verschiedenen Punkten durch die Zahl und gute

Erhaltung der Muscheln sehr merkwürdige Molasseformation findet, ist diese Bildung noch von den grünen Sandsteinen, die sich auf die jurassische Formation der Sevennen, der Dauphiné und der Provence stützen, bis zu den Gränzen des Königreichs begränzt.

Dies sind die allgemeinsten Züge der geologischen Zusammensetzung von Frankreich; sie reichen hin, um daraus mit Sicherheit die Lage sämmtlicher Flözablagerungen ableiten zu können. So finden sich z. B. alle der jurassischen Formation vorausgehende Ablagerungen zwischen den Granitgebirden und dem Kalkgürtel, der sie einschließt, liegend; im Zwischenraum muß man die Kohlenformation, die Zechsteinformation und die Triasformation suchen. Hier liegen auch wirklich die Steinkohlenlager von Burgund und Bourbonnais, von Saint-Etienne, Alais und vom südlichen Theil der Sevennen, von den Landschaften Quercy und Perigord. Auf diese Weise erkennt man sogleich die Hauptsteinkohlenlager von Frankreich, und man braucht sich alsdann bloß des großen, gewissermaßen unabhängigen Streifens zu erinnern, der durch das Centralplateau und die verschiedenen Anhäufungen, die sich darauf zerstreut finden (§. 112), hindurchgeht, um sie alle zu finden. Auch finden sich entweder in diesen Granitgebirden selbst oder auf ihrem Rande die erzführenden Ablagerungen, und zwar sowohl diejenigen, welche Gänge bilden, als diejenigen, denen man als Stockwerke in der Vereinigungsstelle der Flözablagerungen begegnet, sei es nun in den Kufosen der verschiedenen Epochen, sei es in den Kalken selbst, von denen sie bedeckt sind.

Die Ablagerungen, welche die jurassische Formation überlagern, finden sich dagegen an dem äußern Theil dieses Gürtels. Auf diese Art ist man sicher, daß, von welcher Seite man auch von Paris oder Bordeaux ausgehe, man nach und nach den drei Abtheilungen der tertiären Ablagerungen, hierauf der obern Kreideformation, der untern Kreideformation, ihren Grünsandsteinen und allen ihren Modifikationen, endlich dem Neocomien begegnet: in diesen beiden Becken, oder in demjenigen, das sich von Besançon bis nach Marseille ausdehnt, muß man noch die Braunkohlenablagerungen der verschiedenen Stufen suchen.

Relatives Alter der Hauptkatastrophen des Erdkörpers.

§. 136. **Einleitende Bemerkungen.** — Wenn die Erde niemals einen Umsturz erlitten hätte, so würden sämmtliche Flözschichten, woraus ihre feste Rinde besteht, genau concentrisch sein; sie würden sich alle nach und nach bedecken, und die letzte, alle vorhergehende einschließende Schichte fände sich selbst unter dem Wasser, welches sich in einem gränzenlosen, die ganze Erdoberfläche bedeckenden Meer ausdehnen würde. Alsdann gäbe es auch kein sichtbares Land, und das menschliche Geschlecht wäre nicht vorhanden; woraus also folgt, daß vor jeder Schöpfung, die sich auf trockenes Land bezieht, unumgänglich nothwendig die Erde der Schauplatz einer gewissen Anzahl von Katastrophen gewesen sein mußte, um allmählig die Länder über die Gewässer zu erheben und eine neue Ordnung der Dinge herzustellen, die mehr oder weniger der gegenwärtigen analog war. Es mußte das trockene Land erscheinen, und wir können, indem wir uns auf die Beobachtung stützen, hinzufügen, daß das trockene Land in aufeinanderfolgenden Theilen erscheinen mußte, um auf seiner Oberfläche alle Variationen von Beschaffenheit, Form, Feuchtigkeit, Trockenheit ꝛc. hervorzubringen, welche alle zusammen zur Wohlfahrt des Menschen dienen sollten, zu welcher der Schöpfer ihn bienieden bestimmte. Die Aufsuchung, die Erforschung dieses allmähligen Erscheinens der Länder ist gegenwärtig einer der schönsten Gesichtspunkte, unter welchen man die Geologie betrachten kann, und Elie von Beaumont ist es, welcher uns den Weg hiezu gezeigt hat, indem er die chronologische Ordnung der hauptsächlichsten Katastrophen von Europa feststellte, und um welche herum sich alle analogen Thatsachen gruppiren werden. Wir wollen von dieser Arbeit eine allgemeine Idee zu erhalten suchen; doch ehe wir diese große Begebenheiten erzählen, ist es gut, zuvor die Mittel anzugeben, wie man sie von einander unterscheiden kann.

Sobald wir irgendwo geneigte Schichten sehen, so können wir behaupten, daß sie aus ihrer ursprünglichen Lage gerückt worden sind, und daß eine Hebung stattfand (§. 77 bis 84). Die Zeit, wo dies geschah, bleibt vorerst für uns unbestimmt; wenn wir am Fuße der mehr oder weniger hohen Hervorragungen, welche diese aufgerichteten Schichten hervorbringen, andere Flözablagerungen finden, welche horizontale Schichten sind, und sich gegen die frühern anlehnen (Fig. 322), so wird es evident, daß die Aufrichtung vor der Bildung der andern stattgefunden hat, die sich noch so finden, wie sie sich unter dem Wasser gebildet haben.

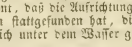


Fig. 322.

Wir haben dann einen Vergleichungspunkt, und wenn es uns gelingt, das relative Alter der horizontalen Ablagerung zu erkennen, so haben wir auch eine relative bestimmte Epoche der Katastrophe, welche die Aufrichtung der andern erzeugt hat. Nun erkennt man diese Unterschiede in der Schichtung überall an den Abhängen der Berge, und beobachtet alsdann, daß die verschiedenen Flözablagerungen, a, b, c, d ꝛc., die man erkennt, nicht alle ohne Unterschied in dieser Stellung sind. Man sieht z. B. an gewissen Orten den Boden a (Fig. 323) gehoben, und den Boden b

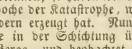


Fig. 323.

horizontal; an einem andern Orte sind a und b zugleich gehoben (Fig. 324), und c ist horizontal; an

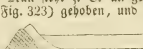


Fig. 324.

einem dritten sind a, b und c mit einander gehoben, und eine andere Formation d ruht horizontal darauf (Fig. 325) ꝛc.

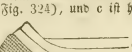


Fig. 325.

Man schließt nothwendig aus diesen Beobachtungen, daß eine erste Hebung nach der Bildung von a und vor der Bildung von b stattgefunden hat, und daß eine zweite zwischen b und c, eine dritte zwischen c und d, und so fort im Verlauf der Zeit, so viele man auch beobachtet, geschah.

§. 137. **Erhebungssysteme.** — Bemerken wir jetzt, daß, wenn einerseits die geneigte Lage der Flözschichten uns das Vorhandensein der Hebungen verräth, so zeigt uns anderseits die Richtung dieser Schichten, welche nichts Anderes als die Linie der durch ihre Wölbung erzeugten Firste, oder auch die Firste ist, welche aus ihrem Bruch hervorgeht, die Richtung, welche das Phänomen verfolgt hat. Daraus folgt nun, daß man beliebig eine der Thatsachen

für die andere als Basis für die Beobachtung nehmen kann, und daß die verschiedenen Richtungen der Gebirgsketten auch die Anzeichen von verschiedenen Erhebungsarten sind. Es ist auch schon seit langer Zeit vollkommen dargethan, daß die Neigung der Schichten in einiger Beziehung zu der Richtung der Gebirgsketten mit Ausnahme der Abweichungen, die ein Resultat der Durchkreuzungen sind, stehen; andererseits weiß man jetzt, daß das Phänomen der Aufrichtung einer bestimmten Anzahl von Schichten sich eben so weit ausdehnt, als die Gebirgskette selbst. Gleichfalls ist es erwiesen, wenigstens für Europa, daß die parallelen Ketten im Allgemeinen der nämlichen Erhebungsepoche entsprechen; d. h. daß man in diesen Ketten die Formationen von gleichem Alter überall aufgerichtet findet, und daß die nachfolgenden horizontal liegen. Aus diesem Umstand folgt, daß eine Erhebung nicht genau auf einer mathematischen Linie, sondern auf einem mehr oder weniger breiten Streifen stattfand, auf welchem sie sich durch mehrere parallele Kämme aussprach. Bemerken wir auch, daß sich die nämliche Linie nicht immer von einem Ende zum andern ununterbrochen fortsetzt, daß sich darauf die und da hohe und tiefe Theile finden, und daß diese letzteren oft von spätern Ablagerungen verdeckt wurden; man muß demnach als allgemeine Richtung die Linie sämmtlicher erhabener Spitzen nehmen.

Die Gesammtheit der Richtungen auf einer und derselben Linie und der parallelen Richtungen, bildet das Erhebungssystem — ein Ausdruck, der mit System von Brüchen (Spalten). System von aufgerichteten Schichten und selbst mit Gebirgssystem synonym ist, obgleich in einem bestimmtern Sinn, als man ihn gewöhnlich in der Geographie nimmt. Um die verschiedenen Systeme zu bezeichnen, hat man Benennungen von solchen Orten entlehnt, wo sich jedes System besonders entwickelt findet: so sagt man z. B. System der Pyrenäen, System der westlichen Alpen ꝛc.

Die großen Katastrophen, die sich nach und nach auf der Erdoberfläche ausgesprochen haben, scheinen immer sehr schnell gewesen zu sein; denn mehr oder weniger fern von den Orten, wo eine Schichtenstörung stattfand, findet man sehr oft die gleichen Ablagerungen in übereinstimmender Schichtung, und sogar miteinander durch stufenweise Uebergänge verbunden; woraus folgt, daß das Absetzen nicht suspendirt gewesen, die Bewegung des Bodens auf einer mehr oder weniger großen Ausdehnung der Erdoberfläche lokal war, und der Zwischenraum, während dessen sie stattfand, außerordentlich kurz gewesen sein mußte. Dies steht man unter Andern ganz deutlich in der Epoche des Systemes vom Rhein, wo sich der Vogesensandstein auf einer gewissen Ausdehnung gehoben findet, ohne daß der bunte Sandstein an dieser Erhebung Theil genommen hätte; und dennoch sind die beiden Sandsteinablagerungen in geringer Entfernung davon, da, wo ihre Schichtung übereinstimmend ist, dergestalt unter sich verbunden, daß man nicht weiß, wo die eine anfängt und die andere aufhört. Ebenso verhält es sich mit den Kreidevormationen; wenn auch auf einen Seite ihre verschiedenen Ablagerungen in einer gewissen Richtung gefört sind, so sind sie wieder auf der andern Seite auf großen Ausdehnungen übereinstimmend und bieten alsdann solche Uebergänge von der einen zur andern dar, daß man sie lange Zeit in eine einzige Formation zusammengestellt hat.

§. 138. **Unter Wasser abgesetzter Boden und unbedeckter Boden.** — Die Flötzschichten, welche man horizontal gegen die Seiten der Berge gestützt findet, zeigen an, daß die Meere den Fuß der Abhänge, welche durch die in einer frühern Epoche gehobenen Ablagerungen gebildet wurden, bespült haben; daher die Ausdrücke Kreidemeer, Jurameer ꝛc., welche die Gewässer anzeigen, unter welchen jede dieser Flötzablagerungen (Kreide, Jurakalk ꝛc.) sich gebildet hat. Wenn wir auf einer gewissen Strecke des Bodens eine Ablagerung fehlen sehen, so müssen wir daraus schließen, daß diese Gegend damals über den Meeren der Epoche war, und darin eine Insel oder ein mehr oder weniger gehobenes Continent bildete; so mußte z. B. zu der Zeit, wo sich der Pariserkalk bildete, der größte Theil von Frankreich, und so zu sagen von Europa, bereits trocken gewesen sein, weil wir wo anders, als in der Umgegend von Paris und Bordeaux, kaum hie und da einige Spuren von diesen Ablagerungen finden. Aber es ist auch der Fall, daß die Ablagerungen, die man als trocken in einem gewissen Momente betrachten muß, sich hierauf durch neuere Meeresablagerungen wieder bedeckt haben; daher man auch annehmen kann, daß sie, unbedeckt seit der vorhergehenden Formation, sich dann nothwendig senken mußten, um die neuen Ablagerungen aufzunehmen: durch derartige Senkungen haben sich gewisse Katastrophen besonders bemerklich gemacht.

§. 139. **Richtung der verschiedenen Systeme.** — Die verschiedenen Erhebungen, die bis jetzt klassificirt worden sind, unterscheiden sich nicht weniger durch ihre Richtungen, als durch die Epoche, wo sie Statt gefunden haben, und somit wir uns später beschäftigen werden. Um einen allgemeinen Begriff davon zu geben, haben wir sie in Bezug auf den Meridian von Paris in der Figur 326 gezeichnet, die man mit einer Windrose vergleichen kann, und werden die Ordnung ihrer Aufeinanderfolge in der nebenstehenden Tafel geben.

Aus diesen Tafeln ersieht man, daß es unter den eingetheilten Erhebungen solche gibt, die sich von der Linie N.-W. nach der Linie S.-O. richten, wie die 2., 3., 6., 8., 9., 13.; dagegen nehmen andere die Richtung von der Linie S.-W. nach der Linie N.-O., wie die 1., 4., 5., 7., 11., 12.; diese letzteren können daher nicht mit den ersteren verwechselt werden. Die Zunahme geschieht unter verschiedenen Winkeln, die sich manchmal bedeutend einem rechten nähern; dies findet z. B. zwischen der 5. und 9. Erhebung Statt, die sich unter einem Winkel von 93° oder 87°, begegnen, wie auch zwischen der 5. und 2., deren Winkel 96° und 84° sind ꝛc.

Anderseits steht man auch, daß es Erhebungen gibt, deren Richtungen sich gegenseitig bedeutend nähern, z. B. die 1. und 7., die 2. und 9., die 3. und 10., die 5. und 11., die sich unter Winkeln von 3° und 5° ꝛc. durchkreuzen. Meistens suchen die Erhebungen nach einer längeren oder kürzeren Zeit nach der Richtung zurückzukehren, auf welcher deren bereits vor sich gegangen sind, und man kann sehen, wie sie beinahe alle zwei zu zwei gruppirt sind. Manchmal ist es der Fall, daß eine dieser Katastrophen in gewissen Punkten ihrer Richtung in die, durch eine frühere Erhebung bewirkte Bruchlinie eintritt, was z. B. bei der Erhebung der Cote-d'Or Statt fand, welche in die Richtung des Systems vom Rhein eingetreten ist, indem sie den südlichen Theil des Morvans, Beaujolais ꝛc. durchschnitt. Später wird man auch sehen, wie die verschiedenen vulkanischen Ausbrüche oder Ergüsse selbst durch die Risse hindurch geschahen, welche durch vormalige Verrückungen gebildet wurden.

§. 140. **Geographische Lage der Hauptsysteme.** — Wir wollen nun auf einer Karte die Lage der hauptsächlichsten Systeme der Erhebungen, oder Brüche und Verrückungen kennen lernen, von deren relativem Alter und Ellie von Beaumont unterrichtete, zuerst unterscheiden wir (Fig. 327) durch die verschieden gestalteten Striche, welche die Richtungen anzeigen, die beiden großen Abtheilungen, die wir bereits angegeben haben. Es gibt eine Reihe,

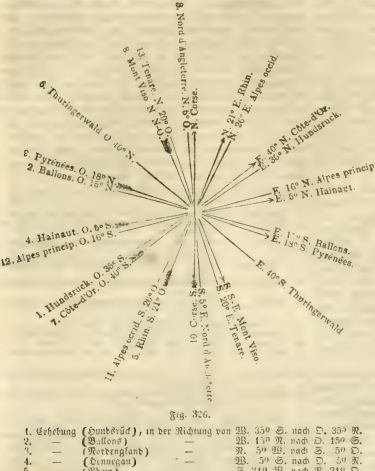


Fig. 326.

1.	Erhebung	(Hundsrück), in der Richtung von	W. 35° S. nach O. 35° N.
2.	—	(Balleul)	—	W. 15° N. nach O. 15° S.
3.	—	(Nordengland)	—	N. 5° W. nach S. 5° O.
4.	—	(Hennegau)	—	W. 5° S. nach O. 5° N.
5.	—	(Rhein)	—	S. 21° W. nach N. 21° O.
6.	—	(Thüringerwald)	—	W. 40° N. nach O. 40° S.
7.	—	(Côte-d'Or)	—	W. 40° S. nach O. 40° N.
8.	—	(Mont Viso)	—	N. W. nach S. O.
9.	—	(Pyrenäen)	—	W. 18° N. nach O. 18° S.
10.	—	(Corsika)	—	N. nach S.
11.	—	(Westl. Alpen)	—	S. 26° W. nach N. 26° O.
12.	—	(Hauptalpen)	—	W. 16° S. nach O. 16° N.
13.	—	(Tenare)	—	N. 20° W. nach S. 20° N.

die in der Richtung von N.-W. nach S.-O. geht, und die unter verschiedenen Formen in der Normandie und Bretagne, in Poitou, Limousin, in den Pyrenäen und den Apenninen bemerkt wird; eine andere Reihe bedeckt den östlichen Theil der Karte, läuft in der Richtung von S.-W. nach N.-O.; bloß im Centrum bemerken wir zwei Linien, in der Richtung von Norden nach Süden laufend. Wenn man aber mit dieser allgemeinen Uebersicht einige genaue Messungen verbindet, welche die Richtungen anzeigen, so erkennt man in jeder Gruppe mehrere Abtheilungen, welche wir in Kürze kennen lernen wollen.

A. Zuerst sehen wir in den Alpen zwei deutlich ausgesprochene Richtungen: die eine, ~~~~, welche das System der westlichen Alpen bildet, geht von S. 26° W. nach N. 26° O., indem es westwärts und ostwärts mehrere parallele Ketten darstellt; die andere, - - -, welche das System der Hauptalpen bildet, und sich vom Wallisserland bis nach Oesterreich ausdehnt, geht von W. 16° S. nach O. 16° N. Dieses System bietet gleichfalls einige mehr oder weniger der Centrallinie genäherte parallele Ketten und mehrere andere von dem Süden weit entfernere, die man in der Grafschaft Avignon und in der Provence bemerkt. Diese zwei großen Systeme zeichnen sehr deutlich das Relief dieses Theiles — des gebirgigsten von Europa; sie durchkreuzen sich, indem sie den Mont-Blanc und Mont-Rosa, die beiden Colosse unserer Continents bilden, die sich ungefähr bis zu 4800 Meter erheben.

B. Nach diesen zwei Systemen gewahren wir an den Ufern des Rheins, parallel mit dessen allgemeinem Lauf, von Basel bis Mainz, eine beinahe mit den westlichen Alpen parallele Linie von steilen Felsen, +++++, welche sie jedoch zu durchkreuzen sucht, denn sie geht nur von S. 21° W. bis N. 21° O. Dies ist das System des Rheins, dessen Spuren man durch die Brüche oder Spalten der nämlichen Richtung in den zwischen der Saone und der Loire begriffenen Gebirgen, ferner in denen vom Centrum und dem Süden von Frankreich und bis zur Grafschaft Nizza findet.

C. An den beiden Ufern der Mosel finden wir in dem Hundsrück und dem Eifelgebirge, und selbst noch darüber hinaus im Herzogthum Nassau und bis zum Harze, wenn nicht eigentliche Gebirgskämme, wenigstens Richtungen von aufgerichteten Schichten, - - - -, welche von W. 35° S. bis O. 35° N. gehen, und sich dem Parallelismus der Côte-d'Or annähern. Dasselbe zeigt sich auch in England, im Distrikt der Seen von Westmoreland, in den hauptsächlichsten Grauwackeketten von Wallis und in Cornwallis, wie wir es auf der Karte dem Cap Lizard zu angezeigt haben. Man findet davon auch Spuren in der Bretagne, am Fuß der schwarzen Höhen (Montagne noire), am Kanal der beiden

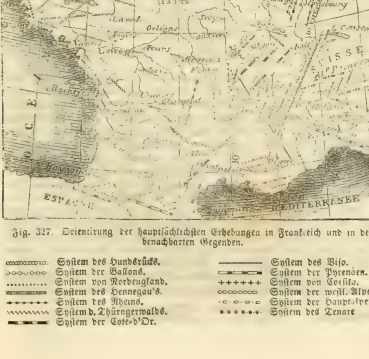


Fig. 327. Orientirung der hauptsächlichsten Erhebungen in Frankreich und in den benachbarten Gegenden.

~~	System des Hundsrücks.
>-<->-<->-	System der Balleus.
.....	System von Nordengland.
═══	System des Hennegau's.
+++++	System des Rheins.
^^^^^	System d. Thüringerwalds.
- - - -	System der Côte-d'Or.
———	System des Viso.
═══	System der Pyrenäen.
++++++	System von Corsika.
ooooooo	System der westl. Alpen
-·-·-·-	System der Hauptalpen.
·-·-·-·-	System des Tenare

Meere und in den Pyrenäen durch die Hauptrichtung hindurch; auch bieten die Vogesen in ihrem westlichen Theil, Deutschland an verschiedenen Punkten, Schweden und Finnland sehr deutliche Spuren dar. Dies ist nun das, was man System des Westmorelandes und des Hundsrücks nennt.

D. In diesem Theile zeigt sich noch ein sehr entwickeltes System — nämlich das System der Côte-d'Or, ——, nordwestlich (N.-W.) von Dijon, mit dem einerseits sämmtliche Spitzen des Juragebirges, anderseits alle Berge der Sevennen bis zum Montagne noire am Kanal von Languedoc parallel laufen. Die mittlere Richtung ist hier die von W. 40° S. nach O. 40° N.

E. Wenn wir die Systeme N.-W. nach S.-O. untersuchen, so finden wir vorerst in der Bretagne und in der Normandie (im Bocage) Hügel, und besonders Richtungen von aufgerichteten Schichten, ⌒⌒⌒, die von W. 15° N. bis O. 15° S. gehen. Wenn wir in diesen Gegenden keine sehr deutliche Ketten sehen, so müssen wir bemerken, daß im Süden von Irland verschiedene Theile der Monts Galty auf dieser nämlichen Richtung sind, und daß sich selbst Ballons der Vogesen finden, deren Richtung in der Karte auf der Baseler Höhe, so wie die Granitkette des Loziregebirges, oberhalb Mende, bemerkt ist. Diese Richtung bildet das, was man das System der Ballons und des Bocage nennt.

F. Ein anderes großes, mit dem vorhergehenden beinahe paralleles System, ▭▭▭, ist das System der Pyrenäen. Es nimmt seine Richtung von W. 18° N. nach O. 18° S. Die Apenninen haben eine parallele Richtung, die man auch in einigen Punkten des Centrums von Italien, und besonders in den julischen Alpen, in Croatien, Bosnien und bis nach Griechenland findet, wo es überall sehr ausgedehnte Gebirge sind.

G. Das System des Mont-Viso zeigt uns eine andere Richtung, ———, die von S.-S.-O. nach N.-N.-W. geht, und die man in einer Reihe von Brüchen beobachtet, welche sich von der Umgegend von Nizza durch die westlichen Alpen hindurch bis in die Landschaft Bresse hinein ausdehnt. Man findet Flexten, Brüche, Aufrichtungen von der nämlichen Richtung im ganzen Königreich Valencia, in Spanien, am nördlichen Fuß der Pyrenäen, sodann in der Landschaft Perigord, in Saintonge, Poitou und bis zur Mündung der Loire.

H. Auch unterscheidet man sehr deutlich ein System, welches von N. nach S. geht, ++++++, in den Gebirgen, welche die hohen Thäler der Loire, des Allier und der Saone einengen. Man findet dieses System auf den Inseln Corsika und Sardinien, weßwegen man es auch das System von Corsika nennt.

I. In der Richtung von Lüttich nach Lille oder von O. 5° N. nach W. 5° S. bemerkt man, ═══, eine Reihe von Verrückungen, die nur kleine Hügel bildet, sich aber von Mansfeld, an den Ufern der Elbe, bis zum Ende von Pembrokeshire, der westlichen Spitze von Wallis (in England) erstreckt und sehr deutliche Spuren in der Bretagne zeigt. Man hat sie nach den Orten, wo sie uns am nächsten ist, das System von Hennegau genannt.

K. Endlich sehen wir noch drei andere Systeme; das eine, ∿∿∿∿, ist das System des Thüringerwaldes, welches Quercy, Limousin und Poitou durchschneidet; ein anderes, das System vom nördlichen England, ·····, gewahrt man in Frankreich bloß an der Spitze der Bretagne und in den Bergen des Tarare; das letzte, ○-○-○-○, oder System des Tenare kennt man in Frankreich nur in der Provence.

§. 141. **Relative Epochen der verschiedenen Systeme.** — Man sieht wohl ein, daß Richtungen, die so wenig von einander differiren, als mehrere der bereits erwähnten, nicht hinreichen würden, um in aller Strenge mehrere deutliche Systeme aufzustellen; und dies um so weniger, als eine Menge Variationen bestehen, die uns nöthigen, dazwischenliegende Ausdrücke zu wählen. Es würden auch viele Systeme zusammenfallen, wenn man an den Charakter einer mittleren Richtung nicht die Betrachtung der relativen Erhebungsepochen knüpfen würde. Es folgt hier eine chronologische Tabelle von den Epochen, welche genau erforscht werden konnten, nebst der Angabe der untern gehobenen Formationen und der obern Ablagerungen, die sich später bildeten.

1. Erhebung, — zwischen der cambrischen und der silurischen Formation.
2. Erhebung, — zwischen der silurischen und der Kohlenformation.
3. Erhebung, — zwischen der Kohlenformation und der Zechsteinformation.
4. Erhebung, — zwischen der Zechsteinformation und dem Vogesensandstein.
5. Erhebung, — zwischen dem Vogesensandstein und der Triasformation.
6. Erhebung, — zwischen der Triasformation und der jurassischen Formation.
7. Erhebung, — zwischen der jurassischen Formation und dem grünen Sandstein.
8. Erhebung, — zwischen den beiden Kreideformationen.
9. Erhebung, — zwischen der obern Kreide und dem Pariserkalk.
10. Erhebung, — zwischen dem Pariserkalk und der Molasse.
11. Erhebung, — zwischen der Molasse und der subapenninischen Formation
12. Erhebung, — zwischen der subapenninischen Formation und dem Schwemmland
13. Erhebung, — nach dem Schwemmland und vielleicht einigen jüngern Alluvialbildungen.

Wir wollen nun einige Details über jede der Katastrophen geben, welche zum Erscheinen der verschiedenen Theile des europäischen Festlandes Veranlassung gegeben und sie allmählig umgestaltet haben.

§. 142. **1. Erhebung, oder System des Hundsrücks.** — Dieses System nähert sich zwar durch seine Richtung von W. 35° S. nach O. 35° N., bedeutend dem System der Côte-d'Or, welches durch W. 40° S. geht; ist aber hinsichtlich des relativen Alters unendlich verschieden von ihr, denn es sind bloß die ältesten Flözablagerungen — die cambrischen Gebilde, a (Fig. 328), gehoben worden, und die silurischen Ablagerungen haben sich alsdann darauf als horizontale Schichten gebildet. Ganz anders aber verhält es sich mit dem System der Côte-d'Or, denn dieses hat die jurassischen Ablagerungen gehoben und findet sich daher als das 7. in der chronologischen Ordnung.

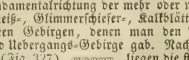


Fig. 328. 1. Erhebung. System des Hundsrücks. *

Dieses Aufrichtungssystem spricht sich an sehr vielen Oertern aus; es ist die vorherrschende und so zu sagen Fundamentalrichtung der mehr oder weniger geneigten Gneis-, Glimmerschiefer-, Kalkblättchen rc. bei den meisten Gebirgen, denen man den Namen primitive und Uebergangs-Gebirge gab. Nach dieser Richtung hin (Fig. 327), ⌒⌒⌒, liegen die stark geneigten Schichten der durch die Bretagne und Normandie zwischen Pontivy und St. Lo gehenden Formation; diese Schichten wurden in jener Epoche durch die Ankunft der Granite, die seitdem von Nichts mehr bedeckt wurden, gehoben und durchbrochen. Die gleichfalls unbedeckten Dachschiefer (Terrains ardoisiers) der Ardennen, der Eifel und des Hundsrücks, haben noch Schichten in der nämlichen Richtung, so wie auch die Grauwacken und die Kalke des Centraltheiles des Vogesengebirges, die ohne Zweifel durch die be-

* Mer Silurienne = Silurisches Meer.
Dep. Silur. = Silurische Ablagerungen

nachbarten Granite, deren relatives Alter man somit erkennt, emporgehoben wurden. Aehnliche Richtungen schiefriger Schichten lassen sich in den Bergen von Beaujolais, des Foregzebirges, des Montagne noire, in welchen die Sevennen aufhören, ferner beim Cap Cap Nigou und in den übrigen Theilen der Pyrenäen bemerken, obgleich das jetzige allgemeine Relief dieser Gegenden neueren Katastrophen zugeschrieben werden muß. Das Centralplateau von Frankreich, welches schon sehr frühe bloß gelegt worden zu sein scheint, weil es keine Uebergangsformationen darstellt, bietet nichts desto weniger in den von ihm eingeschlossenen Gneißschichten Richtungen dar, welche auf den Einfluß dieser Erhebung hinweisen.

§. 143. **2. Erhebung, oder System der Ballons.** — Die silurischen Ablagerungen haben an einigen Orten, z. B. in Schweden und Finnland ihre ursprüngliche horizontale Lage bis auf unsere Zeit erhalten; wo anders aber sind sie gestört und mit den horizontalen oder schon aufgerichteten cambrischen Gebilden, worauf sie ruhten, gehoben worden (Fig. 329); hierauf hat sich die Kohlenformation in horizontalen Schichten in den Meeren, die den Fuß ihrer Berge bespülten oder in den Sümpfen, die da und dort ihre Oberfläche bedeckten, gebildet. Dies ist's eben, was das System der Ballons von dem der Pyrenäen, die ihnen hinsichtlich der Richtung so nahe stehen (Fig. 326), daß zwischen ihnen nur ein Winkel von 3° besteht, unendlich verschieden macht. Denn es haben in der That die Pyrenäen ihr gegenwärtiges Relief erst nach dem Absetzen von sechs andern auf einander folgenden Formationen erhalten, d. h. erst nach der Kreide, deren Schichten oft zu sehr bedeutenden Höhen emporgestiegen sind; der horizontale Boden, der sich an ihrem Fuße bildete, ist eine der tertiären Ablagerungen.

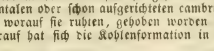


Fig. 329. 2. Erhebung. System der Ballons. *

Dieses System, das auf das vorige folgt, und vor der Kohlenformation kommt, ist in den silurischen Ablagerungen der Bretagne (Fig. 327), ~~~~, deren Schichten die Längsrichtung der Halbinsel verfolgen, während die der cambrischen Formation ihre Richtung quer über nehmen, deutlich ausgesprochen. Das Auftreten von Graniten, welche die südwestliche Küste bilden, geschah wahrscheinlich gleichzeitig mit dieser, übrigens durch die Richtung der Gneißschichten, die sich hier anschließen, angezeigten Erhebung. Die nämliche Richtung findet man in den silurischen Ablagerungen der Normandie, in solchen, die man in dem südlichen Theil der parallel mit der Linie der Ballons aufgerichteten Vogesen bemerkt, deren Erhebungen durch das Auftreten der Syenite, welche die Porphyrmassen der Gegend gehoben haben, erzeugt worden zu sein scheinen. Die porphyrartigen Granite des Lozeregebirges stellen eine östliche Kette auf gleiche Weise dar, so wie auch einige aus den nämlichen Gesteinen gebildete Theile des Margeridegebirges. Aehnliche Richtungen zeigen in vielen Punkten die Schichten der Gneiße des Centralplateau's von Frankreich, so wie einige porphyrartige Granite des Lozèregebirges.

Außerhalb Frankreichs verdankt das Harzgebirge, welches bereits den Einfluß der ersten Hebung zeigt, wahrscheinlich der zweiten Hebung seine vorherrschende Form, die durch die Erscheinung der Granite des Brockens und des Roßtrappe, welche in der Richtung, die uns gegenwärtig beschäftigt, liegen, und durch den in der nämlichen Richtung verlaufenden Abfall bestimmt wurde, mit dem es in N.-N.-O. endigt.

§. 144. **3. Erhebung, oder System des nördlichen Englands.** — Diese neue Katastrophe unterscheidet sich auffallend von den beiden vorhergehenden; einerseits durch ihre beinahe von N. nach S. gehende Richtung, welche die der ersteren unter großen Winkeln — 120° für das System vom Hundsrück und 70° für das System der Ballons — durchschneiden würde; anderseits durch die Epoche, wo sie sich geäußert hat. Auch ist in der That der Kohlensandstein umgestürzt und an verschiedenen Orten aufgerichtet worden (Fig. 330) und die Kupferschieferformation hat sich hierauf durch die Meere an seinen Seiten gebildet. Dieses System nähert sich hinsichtlich seiner Richtung dem System von Corsika bedeutend, aber schon hatten sich in der Epoche dieses letzteren fünf andere Ablagerungen gehoben gehabt; und es hat sich die Molasse — die mittlere Epoche der tertiären Formation — horizontal auf den erzeugten Abhängen gebildet.

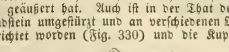


Fig. 330. 3. Erhebung. System des nördlichen Englands. *

Das System des nördlichen Englands dehnt sich der Breite nach von Derby an bis zu den Gränzen Schottlands, mitten durch Yorkshire zwischen Cumberland und Northumberland aus; Spuren finden sich noch davon in der Umgebung von Bristol und im südlichen Theil von Irland; ebenso findet man es in Scandinavien — sowohl in Schweden als in Norwegen — in den Firsten der südlichen Ketten. Diese Richtung zeigt sich in den Bruchlinien, die man im nördlichen Theil der Bretagne (Fig. 327), ..., erkennt, welche sich an die Eruption der pornblendeartigen Gesteine knüpfen, die man daselbst in verschiedenen Punkten findet. Man erkennt es noch in den Verrückungen der Berge des Tarare, sodann in denen der Kohlenablagerungen des Foregzebirges und in einigen Theilen der Granitberge, welche sie eng einschließen und endlich in den Steinkohlenablagerungen des Var-Departements u. s. w.

Sedgwick schreibt diese Erhebung in England dem Auftreten der Trappgesteine — Toadstone und Winstone — zu, welche die Steinkohlen von Derbyhire und Cumberland durchschneiden. In Frankreich scheint die Störung in der Steinkohlenformation zuweilen durch das Auftreten gewisser schwarzer Porphyre, z. B. in der Landschaft Aubin, bewirkt worden zu sein. Diese Porphyre reichen aber bis zum bunten Sandstein und gehören daher einer neuern Epoche — der 5. Erhebung an.

§. 145. **4. Erhebung, oder System des Hennegau's.** — Hier dehnt sich weniger eine Erhebung als vielmehr die Katastrophe einer Verrückung und eines Druckes von Mansfeld an bis Pembrokehire durch die Niederlande hindurch (Fig. 327), ——, aus. Diese Katastrophe hat nur geringe Höhen auf der Erdoberfläche gebildet, aber dagegen eine große Anzahl von Rücken oder Wechseln, Verwerfungen oder Verrückungen, hervorgebracht, auf die bizarrste Weise alle vorhandene Schichten gebogen und gebrochen (Fig. 331), wie wir es bereits bei den Steinkohlen von Mons (§. 85) sahen, welche die Kohlenformation und die

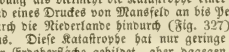


Fig. 331. 4. Erhebung. System des Hennegau's. **

* Lacs houillers = Steinkohlenseen.
Grès houiller = Kohlensandstein.

* Mer pénéenne = Zechsteinmeer.
Dep. pénéen = Zechsteinablagerung.
** Mer voisienne = Vogesenmeer.

Kupferschieferformation zugleich erreichen. Die Brüche und die Falten (Biegungen) haben sich zur einen Hälfte in der Richtung O. 5° N. und W. 5° S., und zur andern Hälfte nach den Linien vormaliger Erhebungen, entweder in der Richtung der Ballons der Vogesen, welche die nächste ist (Fig. 326), oder in der Richtung des Hundsrücks, gebildet. Die Vogesensandsteine bedecken in horizontalen Schichten diese Verrückungen, diese Störungen, ohne selbst davon berührt worden zu sein, wie man in der Umgegend von Saarbrück sieht. Dieses System findet man auch im Mittelpunkt der Halbinsel Bretagne, in der Richtung gewisser Granitinselchen, welche die verschiedenen Steinkohlenablagerungen durchschnitten haben und welche man eine Richtung von der Gegend von Leval bis Quimper nehmen sieht.

§. 146. **5. Erhebung, oder System des Rheins.** — Dieses System ist eines der einfachsten und besteht vornehmlich in zwei großen jähen Abhängen an den beiden Ufern des Rheins, zwischen Basel und Mainz (Fig. 327), ------, mit verschiedenen andern parallelen Abhängen, die ebenso viele Rücken oder Wechsel anzeigen, welche Alles bis zu dem Vogesensandstein getheilt und die vereinzelten Partieen dieser letztern auf verschiedene Höhen ohne Störung ihrer horizontalen Lage gesetzt haben. Daraus gingen in den Meeren dieser Epoche Inseln hervor, um welche die Reihe des Trias in einem weniger hohen Niveau sich abgesetzt hat (Fig. 332). In dieser

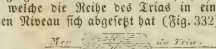


Fig. 332. 5. Erhebung. System des Rheins. *

Richtung finden sich alle kleine Kohlenablagerungen, die man auf dem Centralplateau von Frankreich (Fig. 200) zwischen Decize und Mauriac (Fig. 122), längs einer aus porphyrartigen Graniten, welche die Kohlensandsteine selbst durchschnitten und deren vereinzelten abgerissenen Partieen sie eingehüllt haben (§. 99), bestehenden Hügelreihe bemerkt. Das Auftreten einiger Feldspatporphyre des Morvans und vielleicht gewisser quarzführender Porphyre der Landschaft Beaujolais, welche die Steinkohlenformation gehoben haben, ohne in die oberen Schichten einzudringen, haben gleichfalls zu verschiedenen Brüchen oder Spalten der nämlichen Richtung in den zwischen der Saone und der Loire befindlichen Berge Veranlassung gegeben. Dieses System nähert sich durch seine Richtung bedeutend dem System der westlichen Alpen an, das es unter einem Winkel von 5° durchschneiden würde (Fig. 326); dagegen besteht in der Zeit der Entstehung ein sehr großer Unterschied, denn das westliche Alpensystem entstand nur nach zwei tertiären Ablagerungen.

§. 147. **6. Erhebung, oder System des Thüringerwaldes.** — Die Berge, von denen dieses System den Namen hat und der Böhmerwald eine Fortsetzung ist, bilden die natürliche Gränze zwischen Baiern und den Königreichen Sachsen und Böhmen. Sie zeigen uns von Kassel bis Linz den höchsten Theil der Phänomene, welche mitten durch die Triasablagerungen Statt gefunden haben; auch haben sich über den gehobenen Theilen jurassische Ablagerungen in horizontalen Schichten (Fig. 333) gebildet. In Frankreich (Fig. 327), ~~~~~, bietet dieses System nur

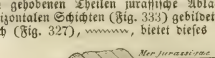


Fig. 333. 6 Erhebung. System des Thüringerwalds. **

* Mer du Trias = Triasmeer
Trias = Triasablagerung.
** Mer jurassique = Jurassisches Meer.
Jura = Jurassische Ablagerung.

schwache Vorsprünge dar; indessen steht man schon Spuren davon im südwestlichen Theil der Vogesen, wo sich der bunte Sandstein nach dieser Richtung, wahrscheinlich durch das Auftreten der Serpentinhügel, die sich in diesem Theile zeigen, beträchtlich über sein allgemeines Niveau hinausgehoben findet. Weiter davon entfernt, zwischen Avallon und Autun, sind einige Inselchen von Granit und von verschobenen, verrückten Triasgebilden in dieser Richtung verlangert und von Jurakalk, der an dieser Bewegung keinen Antheil genommen hat, umgeben. Man findet die nämliche Erscheinung in den Porphyren der Umgebung von Aubin, in Aveyron, welche den Kohlensandstein und den Trias störten, ohne den Jura zu berühren, und sich auf der Linie der Serpentinhügel finden, welche Limousin durchschneiden und sich bis in die Vendée hinein erstrecken. In dieser Richtung zeigen sich bei Brives und Terrassen gegengeneigte Linien und Firsten in den bunten Sandsteinablagerungen; auch ist es die Richtung der ganzen Südwestküste der Bretagne.

§. 148. **7. Erhebung, oder System der Cote-d'Or.** — Dieses System ist, was die Richtung betrifft, das Umgekehrte des vorigen; es zieht sich von Westen nach Süden (Fig. 326), wie das andere von Westen nach Norden, und macht dabei mit dem ersteren einen Winkel von 80°. Wenn daher die Verwandtschaft im Alter den geringsten Zweifel über die Verschiedenheit der Systeme übrig lassen konnte, so würden ihn die Richtungen sogleich heben. Die jurassischen Ablagerungen, die wir horizontal sich bilden sahen, finden sich jetzt aufgerichtet (Fig. 334),

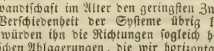


Fig. 334. 7. Erhebung. System der Cote-d'Or. *

und die untere Kreideformation hat sich alsdann in horizontalen Schichten unter dem Wasser gebildet, welche ihre Abhänge bespülten. Dieses System ist in Frankreich vollkommen deutlich (Fig. 327), — — —, wo es sich beinahe ohne Unterbrechung von dem Plateau von Langers an bis zum äußersten Punkt der Sevennen und in allen Gipfeln der Juraberge zeigt. Es ist die Richtung der Kette der Cote-d'Or und des Morvans; und wenn einerseits die Verrückungen in Beaujolais die alten durch das System des Rheins gebildeten Brüche verfolgt haben, so findet man sie anderseits in Forez, in der Bergkette des Pilas, deren ersten Störungen sich von der Epoche des Hundsrücks datiren und an deren Fuß sämmtliche Steinkohlenablagerungen durch Rücken oder Wechsel getheilt sind, die alle die nämlichen Richtungen haben. Dieses System hat den ganzen östlichen Rand des Centralplateau's von Frankreich nach den jurassischen Ablagerungen, die daselbst sehr hoch liegen, gehoben und verrückt, während man auf den andern Seiten des Randes keine Störung mehr bemerkt; was dieses Plateau besonders bezeichnet, ist der Umstand, daß es im größten Theil seiner Ausdehnung keine Störung seit der jurassischen Epoche erlitten hat. Auch hat es sich in mehreren Theilen von Deutschland ausgesprochen, so namentlich im Erzgebirge, das keinen Jurakalk enthält, an dessen Fuß aber sich die untere Kreide in horizontalen Schichten abgesetzt hat. Man findet es auch noch in einigen jähen Abhängen von Vicenza, an deren Fuß sich die Kreide bildete.

§. 149. **8. Erhebung, oder System des Mont-Viso.** — Die Alpen der Dauphiné stellen sehr deutlich ausgesprochene Glieder eines Systems von Aufrichtungen und Brüchen dar, in welchem selbst

* Mer du grès vert — Meer des Grünsandsteines.
Grès vert = Grünsandstein.

der grüne Sandstein so gut inbegriffen ist, als die jurassischen Ablagerungen (Fig. 335). Die alsdann

Fig. 335. 8. Erhebung, System des Mont-Ventoux.

von Nummuliten erfüllte obere Kreide findet sich allein in horizontalen Schichten, wie man es besonders am Col de Bayard sieht. Jahlreiche Reihen von Firsten und Verrückungen finden sich auf dieser Richtung in den westlichen Alpen (Fig. 327) ——— ; aber sie sind oft durch nachfolgende Zufälle und besonders durch das große Ereignis machtet, welches dieser ungeheuren Gebirgskette das Relief, das wir heute sehen, gegeben hat. Man sieht sie noch in den Bergen, welche die Alpen mit dem Jurageb̈irge verbinden, bis zu den Umgebungen von Pont-d'Ain und Lons-le-Saulnier. Auch erkennt man sie in den zahlreichen Linien: welche die Brüche und die aufrechten Schichtenköpfe der untern Kreideformation anzeigen, die sich von der Insel Noirmoutier, in der Vendee, an bis in das Königreich Valencia in Spanien quer über die Pyrenäen hinziehen. Dieselbe Bewegung hat auch die Hauptrichtung der Küsten von Italien, so wie auch ein System von sehr hohen Firsten in Griechenland gebildet, wovon das Pindus oder Hellas ein Theil ist.

§. 150. **9. Erhebung oder System der Pyrenäen.** — Dieses System nähert sich in seiner Richtung dergestalt dem der Ballons, daß es mit diesem nur einen Winkel von 3° bildet. Aber hier findet sich

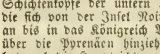


Fig. 336. 9. Erhebung, System der Pyrenäen.**

die obere Kreide selbst oft bis zu bedeutenden Höhen gehoben, und bildet in der Höhe der Thäler große Abhänge; die horizontale Ablagerung, die sich hernach in den Meeren gebildet hat, gehört dem Pariserkalk an, woraus der erste Theil der tertiären Bildungen besteht. Diese Ablagerungen nun bieten nur eine sehr geringe Ausdehnung auf dem französischen Gebiete, und wir können sogar sagen, auf dem ganzen Flächenraum von Europa dar: woraus hervorgeht, daß zur Zeit der Erhebung der Pyrenäen der größte Theil unseres Continentes sich plötzlich über die Gewässer gehoben, und daher in einem Zustand von festem Land fand.

Nicht nur gehört die ganze Pyrenäenkette, sowohl auf französischem, als spanischem Gebiete (Fig. 327), ———, dieser Erhebungsepoche an, sondern auch noch die Apenninen, die sulischen Alpen, die Karpathen und eine Menge anderer Ketten, die man durch Croatien, Bosnien, durch das Balkangebirge hindurch und bis nach Griechenland verfolgen kann; die nämliche Richtung findet man in zahlreichen Störungen und Entblößungen, die man in Deutschland im nördlichen Frankreich, z. B. in Boulonnais, in der Landschaft Brap und von da in den Weadds von England bemerkt: woraus hervorgeht, daß diese Katastrophe eine der ausgedehntesten auf der Oberfläche Europa's gewesen ist.

§. 151. **10. Erhebung oder System von Corsika.** — Hier spricht sich nicht mehr, wie in den vorhergehenden Systemen, eine Erhebung der unmittelbar zuvor gebildeten Schichten aus, weil der Pariser Grobkalk, den man alsdann finden sollte, an solchen Orten gefehlt hat, wo die neue Katastrophe sich äußerte. Das Nichtvorhandensein dieser Ablagerung sagt an, daß der Boden sich damals über den Meeren, in denen sie sich bildete, gehoben fand; da uns aber die Beobachtung lehrt, daß sich selbst an diesen Orten seitdem andere Meeresablagerungen bildeten, die sich auf die Molassenformation beziehen, so muß man daraus schließen, daß das, was sich zuerst über den Meeresablagerungen fand, sich nothwendig in einem gewissen Momente gesenkt habe. Dieses ist nun das Hauptresultat der fraglichen Katastrophe. Es mußten auch in der That ein Theil des Pariser Beckens, die Landschaft Touraine, der größte Theil von Gascogne, die ganze Schweiz, das Rhonethal von Lyon bis zum Meer, sowie auch mehrere Theile von Italien, Corsika und Sardinien, welche, da sie keinen Pariserkalk einschließen, über die Gewässer durch die Pyrenäenerhebung gehoben worden sein mußten, sich alsdann senken, um die darin befindliche Molasse aufzunehmen.

Nichts desto weniger aber spricht sich auch diese Katastrophe durch Erhebungen und Zerstückelungen aus, welche die letzte Form den Bergen gab, die sich in der Richtung von Norden nach Süden, zwischen den Thälern der Saone, der Loire und des Allier (Fig. 327), +++++, erheben, wo sämmtliche secundäre Ablagerungen gestört sind, und um die herum sich bloß Molassenschichten absetzten, welche die Süßwasserge-bilde der Auvergne und der Loire in sich begreifen. Auf der Richtung dieser Erhebung haben sich später die vulkanischen Massen der Gebirgskette der Puys abgelagert.

Spuren des Systems von Corsika findet man in den Bergen, welche die Alpen mit dem Jurageb̈irge verbinden, ungeachtet der Zerstückelung, welche die nachfolgende Katastrophe herbeiführen konnte. Auch existirt eine große Anzahl Ketten mit der nämlichen Richtung im östlichen und südlichen Theil von Europa: z. B. in Toskana, im Kirchenstaat, in Istrien, Albanien, Griechenland ꝛc. Die Inseln Corsika und Sardinien bilden eine Fortsetzung von dieser Linie, und zeigen auch an ihren Küsten tertiäre Ablagerungen in horizontalen Schichten, von gleichem Alter, wie diejenigen, die wir im Mittelpunkt von Frankreich sahen.

11. Erhebung oder System der westlichen Alpen. — Wenn man einerseits mitten in den Alpen der Schweiz, von Savoyen und der Dauphine die Spuren von verschiedenen Katastrophen gewahrt, welche seit der Erhebungsepoche der Cot-d'Or Statt gefunden haben, so ist es anderseits nicht weniger klar, daß sich das gegenwärtige Relief von einer neuern Epoche datirt. Die Molassenschichten, die sich unter den Gewässern erst nach dem vorhergehenden System bildeten, finden sich jetzt selbst ebenso gehoben, wie die jurassischen Ablagerungen und die beiden Kreideformationen und zuweilen auf sehr bedeutende Höhen (Fig. 337). Die ein-

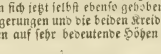


Fig. 337. 11. Erhebung, System der westlichen Alpen. *

zigen horizontalen Schichten, die man hier findet, gehören der subapenninischen Formation an und bestehen um die Gebirgskette selbst herum aus den Süßwasserablagerungen von Bresse, von der Bas-Dauphine und der Provence. Es sind somit diese Gebirge, ∞∞∞∞∞∞, welche die höchsten Spitzen von Europa enthalten, auf der Oberfläche der Erde erst nach der zweiten tertiären Ablagerung erschienen. Die Stoffe, die als-

* Mer cretacée = Kreidemeer.
Craie = Kreide
** Mer parisienne = Pariser Meer.

* Lacs et mer = See'n und Meer..
Dépôt subapennin = subapenninische Ablagerung.

dann die Erdkruste durchbrachen, sind die Granitarten, woraus der Mont-Blanc, der Mont-Rosa und eine Menge mehr oder weniger großer Inselchen bestehen, denen man auf allen Seiten begegnet, und um welche herum sich die tertiären Gebilde, die Kreide und die jurassischen Ablagerungen erheben. Diese Granite, die man zu einer Zeit, wo die Wissenschaft noch wenig vorgeschritten war, Protogyne nannte, finden sich gegenwärtig neuer, als selbst der Mühlsteinquarz von Paris.

Die Erhebung, womit wir uns beschäftigen, hat nicht bloß die hohen Gebirgsketten von Savoyen und der Dauphine hervorgerufen, sondern sie findet sich auch außerdem noch sehr weit in Europa, nördlich wie südlich, ausgedehnt: auf der einen Seite zeigt sie sich auf Nowaja-Semla und der skandinavischen Halbinsel; auf der andern Seite in einer Reihe Störungen, die sich von Narbonne bis Catalonien fortsetzt, wo sie die Lage der ganzen Südküste von Spanien bestimmte; noch weiter davon entfernt finden sich in derselben Richtung und in denselben Umständen die Berge des Kaiserthums Marocco, so wie die von Tunis, die eine parallele Kette mit dem andern Ende des Atlas bilden, wovon übrigens alle Querketten der nämlichen Epoche angehören.

§. 153. **12. Erhebung oder System der Hauptalpen.** — Die große Katastrophe, womit wir uns jetzt beschäftigen wollen, scheint den größten Theil des gegenwärtigen Reliefes des europäischen Continentes hervorgerufen zu haben. Die am Fuße der westlichen Alpen nach deren Erscheinen gebildeten Süßwasserablagerungen findet sich gegenwärtig selbst auch verrückt oder verschoben und kein Diluvium zeigt sich hier mehr, das überall um diese doppelte Gruppe in horizontalen Schichten ausgedehnt wäre. Diese Erhebung steht mit dem Auftreten der verschiedenen Melaphyrarten, der Syenite, der Euphotide und Serpentine in Verbindung, welche die tertiären Bildungen von Piemont und der Provence in derselben Zeit aufrichteten, als die granitartigen Gesteine, welche die höchsten Spitzen der Hauptalpenkette bilden, an deren Fuß man sie an sehr vielen Stellen findet.

Es sind nicht allein sämmtliche Berge, die sich vom Wallserland und St. Gotthard bis nach Oesterreich ausdehnen (Fig. 327), , in dieser Katastrophe emporgestiegen, sondern es hat auch noch der größte Theil des europäischen Bodens an dieser Bewegung Theil genommen. Es erhebt sich auch wirklich die Oberfläche dieses Continentes oft in einer sanften Abdachung gegen die Firste hin, welche der Richtung dieser großen Kette folgen: so erheben sich z. B. die Ebenen Baierns allmählig nach Süden, dagegen die der Lombardie in umgekehrter Richtung. Im Innern von Frankreich sieht man im Süden die tertiären Formationen von Süden nach Norden, von den Ufern des mittelländischen Meeres bis zur Höhe von Saint-Vallier und über den östlichen Abhang hinaus in umgekehrter Richtung sich erheben. Von den Ufern der Loire steigt der Boden sanft von der einen Seite gegen Nord-Nord-Ost, und von der andern gegen Süd-Süd-West bis zu den Thälern der Auvergne auf. Am Fuße der Pyrenäen bilden sowohl die Ophite, als der Gyps und die damit vorkommenden salzführenden Massen (§. 97 und 132) einen Streifen, dessen Richtung mit der Hauptkette der Alpen parallel läuft und an die Gegenwart und Wirkungen der Serpentine des Aosta-Thales erinnern. Im Montagne noire, der letzten Form, sind die letzten Erhöhungen, welche einen ungeheuren, jähen Abhang hervorgerufen haben, zu dieser Zeit gebildet worden, weil die letzten tertiären Ablagerungen daran Theil genommen haben. Endlich setzt sich die gleiche Richtung bis nach Spanien hinein in den Wasserscheiden und großen Wasserströmen dieser Gegend fort.

§. 154. **13. Erhebung, oder System des Tenare.** — Wir sehen uns jetzt bei der neuesten der Katastrophen, die man in Europa bis jetzt klassifiziren konnte, angekommen. Sie fand zu einer Zeit Statt, wo unsere Meere einzig und allein von den Wesen bevölkert waren, die noch heute, und vielleicht seit der Mensch auf der Erde erschienen ist, darin leben. Nach den Diluvialablagerungen, welche in horizontalen Schichten die Hauptalpen umgeben, bilteten sich Verrückungen auf dem toskanischen Gebiete parallel mit einem beinahe von N. 20° W. nach S. 20° O. auf dem Meridian von Paris gerichteten größten Kreise. Die zu dieser Zeit gehobenen Ablagerungen schließen nur noch solche Muscheln, die genau denen in unsern Meeren lebenden ähnlich sind, sodann die Bimssteintuffe der Phlegräischen Felder, der Somma und der Insel Ischia ein; die Flözablagerungen von Sardinien, wo Herr von La Marmora Ueberreste von einer neuern Industrie bezeichnete, und welche wir unter die jüngern Alluvialgebilden rechneten (§. 78, 129), scheinen an der Bewegung, die alsdann im Vergleich zu den andern einer ganz neuen Epoche angehören würde, Theil genommen zu haben.

Auf diese Epoche scheint sich das Erscheinen der Somma, des Stromboli's, des Aetna's, sowie sämmtliche Unebenheiten der Phlegräischen Felder zu beziehen, die sämmtlich abgetragen oder geschleift worden wären, wenn sie vor der Katastrophe der Hauptalpen existirt hätten, durch welche so viele Verbrennungen in allen Richtungen angerichtet wurden. Die Feuerberge der Auvergne und von Vivarais, die noch so frisch sind, datiren sich vielleicht auch von der nämlichen Zeit her, und ihre Auswürfe würden bloß die Linien vormaliger Brüche oder Spalten der vorhergehenden Erhebungen verfolgt haben. Anders verhält es sich mit den alten Basaltablagerungen, die sich von diesen Gegenden aus in das südliche Frankreich ausdehnen; Alles läßt uns glauben, daß sie sich schon vorher bildeten und durch die zwölfte Katastrophe geschleift und auf alle Weise zerstückelt wurden.

Dieser Erhebungssystem, wovon man noch in der Provence (Fig. 327), , sodann bei Nizza, in Sardinien, Sicilien, auf den Phlegräischen Feldern Spuren findet, ist mit dem neuen System parallel, welches Boblaye und Virlet an der Südspitze von Morea bezeichneten, und das System des Tenare nannten, weil es in das gleichnamige Cap ausläuft.

§. 155. **Ausdehnung der Systeme auf der ganzen Erde.** — Da in Europa die verschiedenen Gebirgsketten von gleicher Richtung, die sich entweder auf einer und derselben Linie, oder auf mehreren parallelen Linien befinden, der nämlichen Erhebungsperiode angehören, so kann man glauben, daß sich die nämlichen Wirkungen weit über diejenigen Gegenden hinaus erstrecken, deren geologische Struktur uns bekannt ist, weil sich nichts zeigt, was die Gränzen der Erscheinungen angibt, welche ihnen die Entstehung gaben, woraus denn folgt, daß wir überall, wo wir einen Parallelismus in den Gebirgsketten finden, zu der Annahme veranlaßt sind, daß hier auch Gleichzeitigkeit in der Bildung Statt findet. Wenigstens ist es etwas Interessantes, von diesem Gesichtspunkt aus die uns bekannten Hauptgebirgsketten zu untersuchen; in dieser Beziehung wollte uns auch Elie de Beaumont das Resultat seiner Forschungen aufzeichnen, die wir hier in der beigefügten, auf der Horizontalprojektion von Paris durch Bruy aufgenommenen Karte (Fig. 338) wiedergeben; man sieht darauf die durch verschieden geformte Linien unterschiedenen Systeme auf der ganzen Ausdehnung, wo sie richtig vermuthet werden konnen.

Man sieht auf dieser Karte, daß sich die Richtung der Pyrenäen von dem Alleghanygebirge im nörd-

Fig. 385. Richtung der Hauptgebirgssysteme.

* Afrique = Afrika.
Amérique septentr. = Nordamerika.
Amérique merid. = Südamerika.
Açores = Azoren.
B. de Baffin = Baffinsbai.
B. d'Hudson = Hudsonsbai.
B. de Biscaye = Biscayischer Meerbusen.
Brésil = Brasilien.
C. Blanc = Cap Blanco.
C. Roque = Kap St. Roque.
Ceylan = Ceylon.
Chine = China.
Golf d'Arabie = Arabischer Meerbusen.
Golfe de Guinée = Guineischer Meerbusen.
Mousson d'Asie = Asiatische Monsuns.
Système des Alpes occid. = System der westl. Alpen.
" " scand. = " " skandinavischen Alpen.
" d'Asie = " von Asien.
" des Balkans = " der Balkane.
" de la Corse = " von Corsica.
" de la Côte d'Or = " von Cap d'Or.
" du Harz = " des Harzes.
" du Hundsrück = " des Hundsrücks.
" des Pyrénées = " der Pyrenäen.
" du Rhin = " des Rheins.
" du Thüringerwald = " des Thüringerwalds.
" du Vivo = " des Vivo.
= System von Corsika.
" " Cap d'Or.
" " Harz.
" " Hundsrück.
" " Pyrenäen.
" " Rhein.
" " Thüringerwald.
" " Vivo.

lichen Amerika bis zur Halbinsel von Indien durch die Karpathen, einen Theil vom Kaukasus, die Gebirge von Persien von Erivan an bis zum persischen Meerbusen, und endlich durch das Ghatesgebirge erstreckt, welches die Lage der Küste von Malabar bestimmt. Südlich von dieser Richtungslinie zeigen sich ebenfalls mehrere parallele Runzeln; dies sind nämlich diejenigen, die sich vom Cap Ortegal im asturischen Gebirge bis zum Cap Creux in Catalonien hinziehen; die kleine Kette von Granada, die im Cap Gata ausläuft; die Berge, die gegen Norden die Wüste Sahara begränzen, indem sie die Richtung des Atlasgebirges durchschneiden; endlich die Apenninen, die julischen Alpen, die Berge von Croatien, Rumelien und bis nach Morea hinein.

Das dem System der Pyrenäen so benachbarte System der Ballons scheint sich gleichfalls im Allegbanygebirge zu präsentiren; man bemerkt es auf der Küste der Bretagne, und ohne Zweifel wird es sich in mehreren der angeführten Gruppen finden, wenn man sie sorgfältig genug studirt haben wird, um es vom benachbarten System zu unterscheiden.

Die Richtung der westlichen Alpen läßt sich vom Kaiserthum Marocco an bis Nowaja-Semla bemerken, indem es durch die Ostküste von Spanien geht, das mittägige Frankreich, die Provinz Dauphiné ꝛc. und durch einen großen Theil der skandinavischen Halbinsel geht. Auch erkennt man es noch im Cordillerasgebirge Brasiliens vom Cap Roque bis Monte-Video. Parallel mit dieser Richtung findet man noch dasselbe System in Tunis, in Sicilien, an der Südspitze von Italien und in Kleinasien. Dasjenige Gebiet des alten Continentes vom Nordcap in Lappland bis zum weißen Cap in Afrika ist mit der Richtung dieses Systems parallel.

Die Hauptalpen bilden einen Theil von einem außerordentlich ausgedehnten Richtungssystem. Von den Gebirgsketten Spaniens und dem Atlas im nörd-

lichen Afrika findet man parallele Ketten, die sich bis zum Meere von China fortsetzen. In dieser Richtung findet man, wenn man von Sicilien und Italien ausgeht, die Ketten des Olympes in Griechenland, den Balkan, das Taurusgebirge, die durch den Elbrus gekrönte Centralkette des Kaukasus zwischen dem schwarzen und kaspischen Meer, die lange Bergreihe, die sich durch Persien und Kabul hinzieht und den Paropamisus, den Hindukoh ꝛc. enthält; endlich der Himalaya, wo sich die höchsten Berge der Welt finden.

Andere Systeme von solchen Ausdehnungen vermag man heutzutage nicht anzuführen, jedoch erkennt man die Richtung des Systems von Corsika in den Bergketten von Syrien und Palästina; das System des Mont-Viso in der Kette von Pindus in Griechenland, und das System des Thüringerwaldes in den Bergen von Attika und der Insel Negreponte.

Europa's Zustände in den verschiedenen Bildungsperioden.

§. 156. **Allgemeine Bemerkungen.** — Die Einzelheiten, in welche wir bis jetzt eingingen, führen uns nothwendig auf die Bemerkung, daß die so oft umgestürzte Oberfläche der Erde sehr große Veränderungen in der relativen Ausdehnung der Länder und Meere darbieten, und allmählig durch gar viele verschiedene Bildungen hindurchgehen mußte, um endlich in den jetzigen Zustand einzutreten. Aber es ist selbst, was Europa betrifft, des einzigen Welttheiles, über den man positive Aufschlüsse besitzt, schwer zu sagen, welches sein Zustand in den ältesten Epochen gewesen sei. Der Grund davon ist der, daß man lange Zeit hindurch unter dem Namen Uebergangsgebirge Ablagerungen von sehr verschiedenen Epochen zusammenwarf und man heute noch nicht überall deutlich genug die Gränzen der verschiedenen Formationen, die man dahin gezählt hat, unterscheiden konnte. Auch weiß man nicht, und dies ist ein großes Hinderniß im Aufriß der Continente der alten Welt, welches die Theile sind, die sich nach und nach bei jeder Katastrophe senken konnten, und deren Ausdehnung wir nur durch eine Reihe von Folgerungen zu ermitteln vermögen. Erst nach dem Erscheinen der jurassischen Ablagerungen, deren Gränzen so deutlich markirt sind, können wir mit Genauigkeit die Umrisse und Ausdehnung der Länder mitten in den Meeren erkennen, worin sich diese Ablagerungen bildeten. Gleichwohl existirten vor dieser Epoche viele Thatsachen, welche auf allgemeine Ideen führen können, die wir nach und nach mittheilen wollen.

Vor Allem aber wollen wir bemerken, daß wir unter dem Ausdruck Epoche dieser oder jener Formation den Zeitraum verstehen, während dessen diese Formation unter den Meeren um die gehobenen Ablagerungen der vorhergehenden Epoche sich bildete. So zeigt z. B. der Ausdruck jurassische Epoche die Zeit an, während derselben sich die Ablagerungen des Jura's in den Meeren bildeten, wo sich die gehobenen Ablagerungen der Triasformation und Alles dessen, was vorausging, abzeichneten. In demselben Sinne werden wir oft Meer von dieser oder jener Epoche, z. B. jurassisches Meer, Kreidemeer ꝛc. sagen.

§. 157. **Silurische und devonische Epoche.** — Als die silurischen und devonischen Ablagerungen sich in den Meeren bildeten, gab es offenbar in Europa verschiedene unbedeckte Landtheile, die ebensowohl aus der Erhebung des Hundsrücks (§. 141), als aus früheren Katastrophen hervorgingen; wir sehen deren ziemlich ausgedehnte, die diesen Ablagerungen vollständig entgangen sind und daher über die Gewässer, wo sie sich bildeten, emporstiegen. In Frankreich wenigstens existirte eine Insel, der cambrischen Formation angehörend, am Meerbusen von St. Malo, auf einem Theil von der Bretagne und der Normandie; das große Granitplateau, welches Limousin, die Auvergne ꝛc. in sich begreift, wo sich die Erhebung des Hundsrücks durch die Richtung gewisser aufgerichteter Gneißschichten und durch die Erhöhungen, wo sich später die Steinkohle abgesetzt hat (Fig. 339) ausspricht, mußte sich bereits über dem Wasser finden, und verband sich vielleicht im Süden mit der alten Gruppe, die den Pyrenäen vorausging. Die Montagnes des Maures mußten gleichfalls schon da sein, und vielleicht auch ein Theil der zwischen Toulon und Jnspruck in der Richtung von Südwest nach Nordost liegenden Formationen. Es waren einige Theile des Mittelpunktes der Vogesen und des Schwarzwaldes, die Eifel, der Hundrück, wo die erste Erhebung so sehr deutlich ausgesprochen ist, und die Ardennen nothwendig schon über dem Wasser, sowie auch Nassau, der Harz, der ganze Mittelpunkt von Deutschland, der Sachsen, Böhmen und Mähren in sich faßt. Ebenso verhielt es sich mit Skandinavien und einem Theil der britannischen Jnseln, wie man es auf der Karte der Steinkohlenepoche durch die Richtung sieht, nach welcher sich alle Länder, die damals in dieser letztern Gegend existirten, geordnet finden.

Von dieser Zeit an mußten die Länder eine an baumartigen Farnkräutern, Equisetaceen ꝛc. ziemlich reiche Vegetation darbieten, um damit die Anthrazitanhäufungen zu bilden, die man in der devonischen Formation findet. Die Meere (§. 110) waren von Trilobiten, Orthoceratiten, Orthis, Producten, von verschiedenen Terebratelarten, von mehreren Polypenarten aus derselben Gattung, wie man sie in den Madreporenriffen findet, belebt, die daher eben so gut wie die baumförmigen Farnkräuter ein Klima anzeigen, das dem tropischen analog ist (§. 66, 70). Alle diese Umstände beweisen uns, daß in dieser Epoche die Wärme nicht, wie jetzt, auf der Erde verbreitet war. Ohne Zweifel war die Zunahme der Temperatur von der Oberfläche nach dem Jnnern der Erde rascher, und waren sämmtliche Quellen warm; und nach Elie de Beaumonts Beobachtung mäßigten die Nebel, die daraus hervorgingen, durch Verhinderung der Ausstrahlung in Abwesenheit der Sonne überall die Strenge der Winter.

§. 158. **Steinkohlenepoche.** — Jndem das Erhebungssystem der Ballons die silurischen und devonischen Ablagerungen zu Tage legte, bat es ohne Zweifel die Ausdehnung der Länder vermehrt und mehr oder weniger ihre Gestalt verändert. Die Vegetation mußte sich alsdann ungeheuer und auf weiten Flächen entwickeln; dies beweisen sowohl die enorme Masse von Brennstoff, als auch die Art und Weise, wie die Ablagerungen verbreitet liegen (§. 112). Auf der einen Seite scheinen der Bergkalk und die verschiedenen Schichten der Meeresablagerungen, die man selbst im Kohlensandstein findet, zuerst ein tiefes Meer und vielleicht nachher einen ungeheuren Meeressumpf anzuzeigen, der sich von den Ardennen und dem Harz bis zu den alten Bergen der britischen Jnseln ausdehnte. Auf der andern Seite zeigen uns die verschiedenen Steinkohlenbecken, die wir auf der Oberfläche von Frankreich und im Mittelpunkt von Deutschland kennen, ganz deutlich, daß damals schon große Länder vorhanden waren, auf denen sich da und dort Sümpfe befanden, wo sich, wie noch jetzt in unsern Torflagern, sämmtliche Brennstoffablagerungen, die wir entdecken, gebildet haben. Elie de Beaumont, der sämmtliche Thatsachen, die man kennt, sammelte, bat die relativen Lagen des Meeres und der daraus hervorragenden Länder mit ihren zahlreichen Steinkohlensümpfen auf der Karte (Fig. 339) gezeichnet.

Fig. 339. Meer und See'n der Steinkohlenperiode. *

Zuerst sieht man auf dieser Karte Inseln und Meeresufer, die alle nach dem System des Hundsrücks gerichtet sind, und wiederum andere, die alle der Richtung des Systems der Ballons folgen. Man erkennt die Lage des Meeres, wo sich zuerst der Bergkalk, hierauf die eigentliche Steinkohle bildete. In der Mitte erhebt sich eine große Insel, deren Gränzen nicht genau gezeichnet werden können, deren Richtung aber ein Resultat der Richtung des Systems der Ballons ist, so wie die Ufer, welche sich bei Corke und Bristol und an der Spitze der Ardennen zeigen. Südlich von dieser Insel erkennt man Meeres-Steinkohlenablagerungen von Lüttich an bis Boulogne, und von Bristol bis zum Mittelpunkt von Irland. Nördlich zeigen sich die Steinkohlenlager, die sich von Derby bis Liverpool ausdehnen und mit den Lagern des nördlichen Englands, Schottlands und Irlands in Verbindung stehen, aus deren Mitte sich verschiedene Gruppen alter Formationen bilden, welche in diesem Meere eben so viele Inseln bildeten, die sich in der Richtung des Systems des Hundsrücks zeigten — einer Richtung, die man auch noch in der Masse der zwischen Köln und Frankfurt gelegenen Gebilden bemerkt. Ohne Zweifel fanden sich auch einige Sümpfe gegen Leicester, Coventry, Birmingham, wovon die von den andern isolirt liegenden Ablagerungen eigenthümliche Charaktere darbieten. Man weiß nicht, bis wohin sich im Norden das Steinkohlenmeer erstreckte, aber einige Steinkohlenlager in Hannover weisen darauf hin, daß es wenigstens bis zu dieser Höhe hinaufreichte.

Südlich von Bristol zeigen die alten Formationen von Devonshire und Cornwallis eine andere Insel oder den Anfang eines großen Landes, welches vielleicht das Steinkohlenmeer in einer dem System der Ballons parallelen Richtung begränzt, wobei es sich mit den Ardennen und dem Continent verbindet, wovon wir jetzt zu sprechen haben.

Die alten und unbedeckten Ablagerungen, welche die Bretagne und das Centralplateau von Frankreich bilden, zeigen offenbar ein großes Land an, auf welchem sich die Seen von Bayeux, Quimper, Laval, Bourant, vielleicht in den durch das System der Ballons bewirkten Unebenheiten liegend findet; sodann die von Burgund, von Limousin, von der Auvergne, vom Forezgebirge u. s. w., die in Richtungen liegen, welche mit dem System des Hundsrücks parallel sind. Dieses Land, dessen Gränzen man bestimmen kann, dehnt sich wenigstens in einer Halbinsel bis Straßburg aus.

Oestlich von diesem Lande und vielleicht mit ihm vereinigt, findet sich ein anderes, das gewiß unbedeckt war, denn es hat sich hier Nichts von der Zechsteinformation abgesetzt. Es dehnte sich aller Wahrscheinlichkeit nach auf dem Raume, worauf sich Inspruck, Mailand, Briançon, Genua, Nizza, Toulon finden, bis Corsika aus. Gegen Toulon hin finden sich die Sümpfe, wo sich die Steinkohlen bildeten, denen wir in unsern Tagen in diesem Theile des französischen Gebietes begegnen.

Gewiß existirten auch Länder auf den Flächenräumen von Böhmen und Sachsen mit mehreren Steinkohlenseen auf ihrer Oberfläche; die Steinkohlenlager von Mähren und Gallizien scheinen sogar ihre Ausdehnung gegen diese Gegenden hin anzuzeigen. Wenigstens zeigte sich eine Insel zwischen Köln und Frankfurt, die in ihrem südlichen Theile das große Steinkohlenbecken von Trier darbietet und im Norden

sich mit den alten Formationen des Harzes verbindet. Auch zeigte sich ein großes Land auf der skandinavischen Halbinsel, wo sich von der silurischen Formation nichts mehr abgesetzt hat; aber es scheint die gewesen zu sein und der Sümpfe ermangelt zu haben, weil es auch keine Spur von Steinkohlen zeigt.

Wir wissen gar nicht, was da existiren konnte, wo sich heutzutage unsere großen Städte finden; doch kann das Nichtvorhandensein des Bergkalkes außerhalb Belgien und England auf den Gedanken führen, daß ein großer Theil des westlichen Europa's damals unbedeckt war, und vielleicht auch Steinkohlenfelder darstellte, welche aber nachfolgende Katastrophen unter die Meere vergraben haben werden.

Ein Theil der Länder, von denen wir vorhin sprachen, ist bis auf unsere Tage beständig unbedeckt geblieben oder sogar nach und nach durch die verschiedenen darauffolgenden Katastrophen gehoben worden, wie z. B. die Bretagne und das Centralplateau von Frankreich. Es sind auch wirklich in gewissen Punkten Steinkohlenablagerungen auf eine sehr bedeutende Höhe hinaufgehoben worden, z. B. auf dem Plateau von Santa-Fe-de-Bogota und in den Cordilleras von Huarocheri (in Peru), wo man sie 2700, ja sogar 4600 Meter über dem Meere findet. Dagegen haben sich der Boden an andern Orten gesenkt, um sich mit neuern Ablagerungen zu bedecken, durch welche hindurch man den brennbaren Stoff unten aufsucht, wie z. B. zu Anzin unter der Kreide, in den Vogesen unter dem rothen Sandstein, in den Sevennen unter dem Jurakalk ꝛc., und im Allgemeinen auf den Rändern dieser neuen, durch nachfolgende Katastrophen bloßgelegten Formationen. Es gibt ohne Zweifel tief vergrabene und für uns auf immer verlorene Brennstoffablagerungen, entweder unter den verschiedenen Flötzschichten oder unter den Gewässern, wie z. B. zu Whitehaven in England, wo sich die Kohlengrube mehr als eine Viertelsmeile vom Gestade an und in einer Tiefe von 100 Meter unter dem Meeresgrund ausdehnt.

Die ohne Zweifel durch die Inselform der Länder, wie noch heutzutage auf allen Inseln, begünstigte Vegetation jener Epoche bestand aus Lykopodiaceen, Equisetaceen, Farnkräutern u. s. w., in baumförmigen Arten, deren Analogien man nur noch in den Tropenländern neben den mit den Araucaria benachbarten Coniferen findet. Es waren ihre zusammengehäuften Reste, welche nebst den zelligen Kryptogamen, die damals unter den Gewässern, wie heute in unsern Torfsümpfen und unter einer für ihre Entwicklung noch günstigeren Wärme wuchsen, die verbrennliche Masse gebildet haben.

Die Meere dieser Epoche hatten die Trilobiten verloren; aber sie schlossen eine große Menge Spiriferen und Producten, besondere Orthoceratenarten, verschiedene, dem Nautilus und der Argonauta ähnliche Cephalopoden und verschiedene andere Muscheln ein (§. 111). Die Encrinitien vermehrten sich darin so sehr, daß sie jene zahlreichen Reste bilden konnten, aus denen beinahe ganz allein gewisse Varietäten des belgischen und flandrischen Marmors bestehen. Damals zeigten sich auch die saurierartigen Fische von einer großen Dimension und besonders mit einer kräftigen Organisation, und die damals noch kleine Familie der Haie zeigte das Cestracion und Hypodon (Fig. 197, 198).

Die Süßwasser, welche den Steinkohlensümpfen Nahrung gaben, enthielten, wie es scheint, wenige Conchylien, denn man findet darin selten ihre Reste, welche sich den Teichmuscheln und Malermuscheln anzunähern scheinen. Die Fische waren an einigen Orten ziemlich zahlreich und gehörten den Gattungen Paleoniscus und Amblypterus an, die ohne Zweifel in den Bächen lebten, welche sich auf dem Grunde der schroffen Spalten oder Brüche der alten Formation hinschlängelten.

§. 159. **Zechsteinepoche.** — Der durch die Erhebung des nördlichen Englands verursachte Umsturz scheint weit mehr auf die Oberfläche der damals unbedeckten Länder, als auf ihre Ausdehnung und Umrisse influirt zu haben. Bloß der Boden des Meeres, wo sich die Steinkohlen Englands und Belgiens bildeten, mußte gehoben worden sein, um, wie ganz Frankreich, der Zechsteinformation zu entgehen. Dagegen mußte sich auf der andern Seite ein kleiner Winkel des südwestlichen Theiles der Vogesen unter die Gewässer senken, um die rothen Sandsteine, welche die Kohlenformation bedecken, aufzunehmen. Weiter davon entfernt, im Mansfeld'schen, zeigt uns die Zechsteinformation, welche sich in einem bedeutenden Grade mit ihren Muschelkalken entwickelte, die Untertauchung dieser Gegend unter die Meeresgewässer an. Auch letzte sich damals unter den Meeren in der Grafschaft York der Magnesiensalk ab, der daselbst die ganze Formation jener Epoche repräsentirt.

Man weiß jetzt noch nicht recht, welches damals die Landflora sein konnte, weil man in den bituminösen Schiefern vom Mansfeld'schen nur Algen und im Sandstein einige verkiesle Coniferenstämme findet. Es haben die Steinkohlen plötzlich aufgehört, sich zu bilden, und es scheint daher, daß sich damals weder Sümpfe, noch Bäche auf dem trockenen Lande fanden. Jedoch gab es noch verschiedene Fische aus der Gattung Paleoniscus, die vielleicht eben sowohl im Meereswasser, als im Süßwasser lebten. Das Land war zum ersten Mal durch saurierartige Reptilien bewohnt, die mit dem Leguan und der Warneidechse verwandt waren, und deren Reste sich in den Kupferschiefern finden. Die Meere, unter welchen alle diese Ablagerungen sich bildeten, schlossen die gleichen Gattungen und oft die gleichen Arten von Mollusken und Strahlthieren ein, wie diejenigen Meere, wo sich die Steinkohlen gebildet hatten.

§. 160. **Vogesenepoche.** — Das System des Hennegau's hat, als es die Steinkohlenformation störte und die Oberfläche der Länder runzlich machte, ebenfalls nur einen geringen Einfluß auf die Umrisse derselben ausgeübt. Es hatten sich bloß in den Vogesen einige der Punkte, wo der rothe Sandstein sich abgesetzt hatte, um Saint-Die, Schlettstadt, Montbelliard (Mömpelgard) herum, gehoben und sind dadurch den folgenden Formationen entgangen, während die ganze übrige Gebirgskette, welche den Ablagerungen des rothen Sandsteines entgangen war, und sich daher in dieser Epoche gehoben fand, sich nun senken mußte, um den Vogesensandstein aufzunehmen: ebenso verhält es sich mit dem Schwarzwald von dem einen Ende bis zum andern.

Die Dinge waren bei dieser Modifikation von der Art, daß auf diesem Theile der Erde keine Thiere leben konnten, und die Pflanzen, wenn es deren je auf dem umgebenden Boden gab, unter dem Wasser nur in sehr geringer Anzahl herbeigeführt werden konnten.

§. 161. **Epoche des Trias.** — Nach dem System des Rheins, auf welches die Erhebung des Vogesensandsteines erfolgte, haben die Vogesen, sowie der Schwarzwald, ihre Contour ein wenig verändert; dagegen haben die andern europäischen Länder fast keine Modifikation erlitten. Wir bemerken bloß eine Emporhebung des Centralplateau's von Frankreich durch die porphyrartigen Granite des Lozère-Gebirges, durch die Hügel, welche abgerissene Partieen von den Steinkohlenablagerungen von Fins bis Mauriac in eine Linie gestellt haben. Anderseits bildeten sich einige Einsenkungen in Bourbonnais und Rouergue, sowie auch in den Ländern, die sich zwischen Toulon und Nizza fanden, vielleicht selbst in einem gro-

Fig. 340. Zamia pungens.

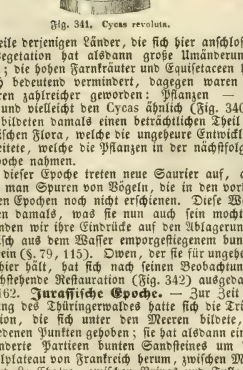


Fig. 341. Cycas revoluta.

gen Theile derjenigen Länder, die sich hier anschlossen. Die Vegetation hat alsdann große Umänderungen erlitten; die hohen Farnkräuter und Equisetaceen hatten sich bedeutend vermindert, dagegen waren die Coniferen zahlreicher geworden; Pflanzen — der Zamia und vielleicht den Cycas ähnlich (Fig. 340 u. 341), bildeten damals einen beträchtlichen Theil der europäischen Flora, welche die ungeheure Entwicklung vorbereitete, welche die Pflanzen in der nächstfolgenden Epoche nahmen.

In dieser Epoche treten neue Saurier auf, auch erkennt man Spuren von Vögeln, die in den vorhergehenden Epochen noch nicht erschienen. Diese Wesen existirten damals, was sie nun auch sein mochten; auch finden wir ihre Eindrücke auf den Ablagerungen von frisch aus dem Wasser emporgestiegenem buntem Sandstein (§. 79, 115). Owen, der sie für ungeheure Batrachier hält, hat sich nach seinen Beobachtungen die nachstehende Restauration (Fig. 342) ausgedacht.

§. 162. **Jurassische Epoche.** — Zur Zeit der Erhebung des Thüringerwaldes hatte sich die Triasformation, die sich unter den Meeren bildete, in verschiedenen Punkten gehoben; sie hat alsdann einige abgesonderte Partieen bunten Sandsteines um das Centralplateau von Frankreich herum, zwischen Moulins und La-Chaitre, zwischen Brives und Tulle, in den Umgebungen von Rodez, Saint-Affrique und Lodève verbunden. Die Insel des Var-Departements hat sich durch diese Sandsteine und den Muschelkalk vergrößert; ebenso haben auch die Vogesen und der

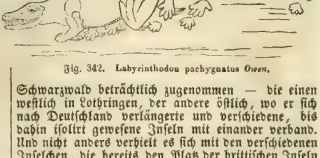


Fig. 342. Labyrinthodon pachygnatus *Owen*.

Schwarzwald beträchtlich zugenommen — die einen westlich in Lothringen, der andere östlich, wo er sich nach Deutschland verlängerte und verschiedene, bis dahin isolirt gewesene Inseln mit einander verband. Und nicht anders verhielt es sich mit den verschiedenen Inselchen, die bereits den Platz der brittischen Inseln anzeigten und hierauf zu einem ununterbrochenen Land durch die zwischen ihnen und ohne Zweifel mit ihnen emporgehobenen Triasablagerungen vereinigt wurden. Aber in derselben Zeit, als neue Länder trocken gelegt wurden, bildeten sich in den bereits vorhandenen große Einsenkungen. Das Land, das sich von Cherbourg bis Perpignan erstreckte, wurde bei Poitiers durchschnitten, indem sich eine Meerenge da bildete, wo sich heute die jurassischen Ablagerungen ausdehnen; es wurde an seinem Rande auf verschiedene Weise zerstückelt, und beinahe von Neuem bei Rodez vom Meere durchschnitten. Das Land, das sich von Nizza gegen Inspruck hin ausdehnte, ist völlig eingesunken, um die neue Formation, die sie bedeckt, aufzunehmen. Wenn auch vielleicht in der Steinkohlenepoche da, wo sich Paris, London u. s. w. finden, einige Landtheile vorhanden waren, so läßt uns doch Alles glauben, daß sie später wieder verschwunden sind, weil sich die jurassische Formation überall unter dem Boden, welcher ihnen jetzt zur Grundlage dient, fortzusetzen scheint.

Alle diese Thatsachen, die wir von dem Zustand des westlichen Europa's in der Epoche kennen, womit wir uns im Augenblick beschäftigen, verdankt man dem Vorhandensein und der Anordnung der jurassischen Ablagerungen. Entwickelt auf einem weiten Raume und später aus dem Schooße der Gewässer emporgestiegen, zeigen sie uns deutlich, welches damals die Gestalt der Länder war, um welche herum sie sich unter den Meeren bildeten. Indem Elie von Beaumont die untern Gränzen dieser Formationen fixirte, gelang es ihm, die Karte (Fig. 343), die weit sicherer als die der Steinkohlenformation ist, zu zeichnen.

Auf dieser Karte bemerkt man sogleich den Durchbruch, den wir auf dem alten Continente von Frankreich angegeben haben, den tiefen Meerbusen, der sich bei Rodez gebildet hat, die Zerstückelungen, welche das Centralplateau begränzen, und das vollständige Verschwinden des früher zwischen Nizza und Inspruck gelegenen Landes. Auch bemerkt man, wie die Insel, welche Sachsen und Böhmen enthielt, sich mit denjenigen verbunden findet, die sich zwischen Frankfurt und Köln, zwischen Lüttich und Boulogne ausdehnten; endlich sieht man die Vereinigung aller Inselchen, welche genau den Platz von Großbritannien bezeichneten. Ein deutlich begränztes Ufer dehnte sich damals von Arras bis Trier aus, und reichte, indem es um zwei große Halbinseln herumlief, welche die Vogesen und den Schwarzwald enthielten, bis nach Regensburg, Wien und Krakau, wo eine Meerenge in den Norden führte. Ein anderes Ufer lief von der Höhe von Poitiers, durch Angers, Cherburg und Liverpol bis über Edinburgh hinaus. Autun befand sich am Meere, und die damals noch unter Wasser befindliche Stelle, wo jetzt Lyon steht, so wie die von Perpignan, war an der Küste. Das Maures- und Esterelgebirge, die von dem großen Land übrig blieben, boten nur noch eine kleine Insel zwischen Toulon und Nizza dar, und Corsika bildete

* Bale — Basel.
Bruxelles — Brüssel.
Constance — Konstanz.
Copenhague — Kopenhagen.
Cracovie — Krakau.
Dresde — Dresden.
Dunkerque — Dünkirchen.
Florence — Florenz.
Gênes — Genua.
Goettingue — Göttingen.
Hanovre — Hannover
Londres — London.
Milan — Mailand.
Naples — Neapel.
Nice — Nizza
Prague — Prag.
Ragusa — Ragusa.
Ratisbonne — Regensburg.
Tarragone — Tarragona.
Varsovie — Warschau.
Venise — Venedig.
Vienne — Wien.

Fig. 343. Jurassisches Meer. Umriß und relative Ausdehnung der Länder und Meere im westlichen Europa während der Ablagerung der jurassischen Formation.

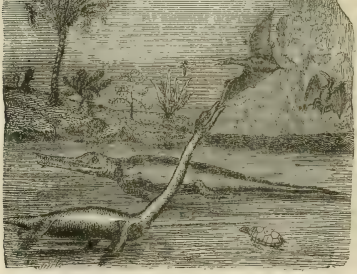


Fig. 344 Restauration der Saurier der jurassischen Epoche.

Fig. 345 Calmar mit Belemniten.

ohne Zweifel eine andere. Nur die skandinavischen Länder hatten keine Veränderung erlitten.

Auch der Ocean dieser Epoche hatte seine Eigenthümlichkeiten. Er war von schwimmenden Sauriern, Ichthyosauriern und Plesiosauriern belebt, deren ruderförmige Füße an die unserer jetzigen Meerschildkröten erinnern; diese gefräßigen Wasserthiere hatten die saurierartigen Fische der Kohlengruppe, die nun verschwunden waren, ersetzt. In dieser nämlichen Epoche lebten auch jene fliegenden Saurier, — die Pterodactyli, welche die Lüfte bevölkerten und die Reihe der so auffallenden Wesen einer alten, nunmehr ganz untergegangenen Schöpfung vervollständigen, deren äußere Form (Fig. 344) Buckland, indem er vom Skelet ausging, zu zeichnen versucht hat.

Diese Meere hatten keine Producten mehr, und die Spiriferen waren beinahe alle verschwunden. Die zu dieser Zeit lebenden Terebrateln gehörten Arten an, die von denen der vorhergehenden Meeren verschieden waren; aber dagegen befand sich damals darin eine sehr große Anzahl von Cephalopoden mit abgetheilten Gehäusen, die wir meistens Ammoniten nennen und deren noch wenig entwickelte Race in den Triasmeeren zu erscheinen begann; es existirten Calmars mit Belemniten (Fig. 345), deren bis dahin unbekannten Reste vom Lias an bis zur Kreide sehr zahlreich sind: endlich häufte sich die Gryphæa

arcuata einen Augenblick lang darin an und verschwand wieder nach der Bildung des Lias und machte andern Arten aus der gleichen Gattung Platz (§. 116 und 117).

Es bildeten sich in diesen Meeren, wie heutzutage in den unfrigen, Korallenriffe, wovon uns die Korallengruppe (§. 117, 3.) jetzt die Ueberreste darbieten, die auf eine mittlere Temperatur hinweisen, welche der unserer Tropenmeere ähnlich war.

Auf dem trockenen Lande ernährten ohne Zweifel Süßwasserseen die Paludinen, und fließende Wasser führten die Schnecken mit sich fort, wovon uns die Portlandgruppe jetzt die Ueberreste zeigen.

Auch mußten sich auf dem Boden mehrere Insektenarten finden, die dem Pterodactylus zur Nahrung dienten, und deren Ueberreste Hartflügler und Netzflügler anzeigen, welche mit den Prachtkäfern und Libellen verwandt waren. Auch fanden sich kleine beutelthierartige Säugethiere, die unsern Beutelratzen analog waren, und wovon uns die Schichten von Stonesfield die Skelete geliefert haben (§. 117, 1.) Doch scheinen diese kleinen Wesen nur in geringer Anzahl vorhanden gewesen zu sein, wenn man sich dabei auf die wenigen Ueberreste beziehe, die man bis jetzt gefunden hat; auch fand sich neben ihnen keines jener großen Thiere, welche die Pariser Epoche so gut bezeichnen.

Die Flora war nicht mehr die, welche der Steinkohlenformation so viele fossile Reste lieferte: die Lykopodiaceen, die riesenhaften Farnen waren verschwunden, und es scheint, daß seit der Zechstein- und der Triasepoche viele neue Arten geschaffen wurden. Damals hatten die Cycadeen und Coniferen bei weitem die Oberhand über alle andern Familien: und wahrscheinlich fanden sich schon einige Palmen, deren Früchten man im Lias begegnet. Auch sind die brennbaren Substanzen, die sich in der Epoche bildeten, mit welcher wir uns in diesem Augenblick beschäftigen, sehr verschieden von denen, die wir in der großen Steinkohlenformation finden. Sie sind zugleich in weit geringerer Menge vorhanden, was eine große Verschiedenheit in der Ausdehnung der Länder anzeigt.

§. 163. **Kreideepoche.** — Nach dem Erhebungssystem der Cote-d'Or, welches einen Theil der Juraablagerungen über die Meere hob, hat sich die Form und Lage der Länder bedeutend verändert. Die untern Gränzen der Kreide bezeichnen die Umrisse der Länder, die damals bestanden, und bestimmen die Ausdehnung der Meere jener Epoche; indem Elie von Beaumont diese auffuchte, hat er auch die hier beigefügte Karte (Fig. 346) entworfen.

Die drei Inseln der vorhergehenden Epoche waren nun vereinigt, aber nicht ohne einige Veränderung in ihren Umrissen. Brüssel, das in der Mitte der Länder lag, findet sich jetzt auf der Seite; Arras, Dünkirchen, Maestricht, Wesel, Breslau und Wien sind unter Wasser gesunken. Zwischen Dresden, Brünn und Prag hat sich ein See gebildet; eine Meerenge findet sich an der Stelle, wo jetzt Perpignan und Carcassonne liegen; und was vorher von den Pyrenäen da war, findet sich theilweise unter Wasser.

Dagegen befanden sich die in den vorhergegangenen Jahrhunderten vom Meere bespülten Vogelen damals mitten auf dem Festlande, das sich mit der Centralinsel von Frankreich verband. Das Meer, das sie trennte, wurde ausgefüllt. Langres, Nevers, Lyon, Toulouse, Orford fanden sich auf trockenem Boden, und ein Isthmus bildete sich bei Poitiers, um auch die große im Westen gelegene Insel damit zu verbinden. Es dehnte sich ein Ufer von der Gegend von Krakau an bis Perpignan über Regensburg, dessen Lage nicht verändert wurde, Zürich und Lyon aus. Ein ungeheurer Meerbusen bildete sich zwischen Brüssel und Orford und reichte bis Poitiers.

Fig. 346. Kreidemeer.

Zwischen Salzburg und Avignon hat sich eine neue Insel gebildet, welche den künftigen Ort der Alpen bezeichnet; schon konnten daselbst Briançon, Turin, Trient und Inspruck Platz finden; aber die Schweiz war noch ein Kanal, welcher diese Insel vom festen Lande trennte. Die Insel Toulon hat jetzt Gränzen, und einige kleine Inseln bezeichnen die Gegend von Marseille.

Es hat sich jedoch hinsichtlich der lebenden Wesen wenig verändert. Gleichzeitig mit den verschiedenen Arten von Farnkräutern vegetirten auf

dem Boden die Cycadeen und besonders die Coniferen, die immer und immer zahlreicher wurden und die Bildung der Lignite veranlaßten, die man an der Basis der Kreideformationen findet; dagegen gab es wenig Landsäugethiere, denn in der Kreide findet man keinen Ueberrest von diesen Thieren, obgleich wir solche schon in den jurassischen Ablagerungen gefunden haben. Indessen erstirbt doch verschiedene Citaceen, z. B. die Lamantine und Delphine, wovon bereits einige in den jurassischen Meeren erschienen sind. Die Reptilien sind unter den Thieren, die damals auf dem trockenen Lande zu leben fähig waren, die höchsten Wesen der Schöpfung gewesen. Die sowohl auf dem Lande als im Wasser lebenden Arten waren sehr zahlreich; unter ihnen zeichneten sich der Iguanodon, ein riesenhafter Saurier von 20 Meter Länge, der Megalosaurus und verschiedene Krokodile aus. Die Flußschildkröten, die Süßwasserfische und Süßwassermollusken lebten an den Ufern der Seen und im Wasser. Die Meere ernährten die Baculiten und Turriliten (Fig. 273, 274), bei denen nichts auf ein früheres Vorhandensein hinweist und die zu Ende der Epoche zugleich mit sämmtlichen Mollusken mit grünfleckigen, kammerigen Muscheln verschwinden. Es zeigten sich jetzt die wahren Haifische, die sich bis auf unsere Tage fort erhalten haben, obgleich sie jetzt bedeutend kleiner sind.

§. 164. **Epoche der Pariserformation.** — Die Erhebung des Mont-Viso und später die Erhebung, welche den Pyrenäen, den Apenninen und sämmtlichen von uns angeführten parallelen Gebirgsketten die Entstehung gab, haben die vorher gebildete geographische Zusammensetzung außerordentlich verändert. Namentlich hat die letztere eine der größten Convulsionen, die Europa je erlitten hat, hervorgebracht. Alles wurde dadurch erschüttert und der größte Theil dessen, was damals unter Wasser war, fand sich darüber hinausgestoßen, um ein unermeßliches Festland zu bilden. Dies beweist die geringe Ausdehnung der Pariserlöslagerungen, die sich damals gebildet haben und sich einerseits (Fig. 347) in Belgien, Artois, in der Picardie, in Ile-de-France, in der Normandie und in den England gegenüber liegenden Küsten, und anderseits in den Umgebungen von Bordeaux concentrirt finden; kaum findet man davon wo anders Spuren. Daraus geht hervor, daß die Meere dieser Formation sehr wenig in diesen Continent eindrangen, obgleich sie die beiden Hauptstädte der Welt bedeckten; von dem weit ausgedehnten Ocean der vorhergehenden Jahrhunderte blieb nur ein Theil des ehemals durch Cambridge, Oxford, Exeter, Cherbourg, Angers, Poitiers begränzten Meerbusens übrig, der sich nun in mehreren Punkten in engere Gränzen gezogen und an andern auf Kosten der vormaligen Halbinsel von Brüssel vergrößert fand; er stand wahrscheinlich mit irgend einem Ueberbleibsel der Nordmeere in Verbindung. In der Mitte befanden sich zwei Kreideinseln, die Weald's von England (§. 119) und die Landschaft Bray in Frankreich. Ein anderer Theil des Meerbusens blieb zwischen Bordeaux und Dax. Alle diese Details sieht man auf der vor einigen Jahren durch Elie von Beaumont herausgegebenen Karte (Fig. 347), auf welcher wir seinem Wunsche gemäß den Boden von Vicenz, welcher der Kreide angehört und welchen die Gegenwart der Nummuliten und Ceriten mit der Pariserformation zusammenfallen ließ, weggelassen haben.

Die Landfauna war zur Zeit der Bildung des Pariserkalkes sehr verschieden von dem, was sie in den vorausgegangenen Epochen gehabt hatte. Die riesenhaften Saurier waren verschwunden, aber es blieben noch große Süßwasserkrokodile, Meeres- und Sumpfschildkröten übrig; bevölkert war das Land von Säugethieren. Diese letzteren waren damals die den Tapirs analogen Dickhäuter, z. B. das Anaplotherium und Paleotherium, die beinahe die Formen (Fig. 348) haben mußten und gleichzeitig mit einigen Fleischfressern aus dem Hundegeschlecht ꝛc. lebten. In den Meeren waren die Belemniten und alle grüngefleckten, kammerigen Muscheln entschwunden; die Nautiles allein waren noch übrig und lebten mit dem Cerithium giganteum und einer Menge mehr oder weniger (mit den in unsern Meeren lebenden) verwandter Mollusken-arten.

In diesem Alter unseres Planeten hatte sich die Flora von Europa ebenfalls noch verändert; es waren die Cycadeen verschwunden, und die Coniferen, die noch neue Arten darstellten, mit denen sich Dikotyledonen verbunden hatten, fanden sich mit Palmen bis zur Mitte von Europa hinein. Diese letzteren, die sich in den nächstgelegenen Punkten heutzutage nur noch in Afrika finden, zeigen offenbar eine mittlere Temperatur an, die höher als unsere jetzige war und

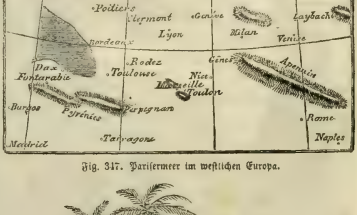


Fig. 347. Pariermeer im westlichen Europa.

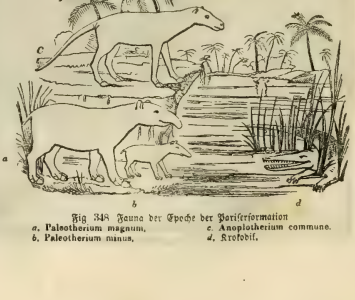


Fig. 348 Fauna der Epoche der Pariserformation
a. Paleotherium magnum. *c.* Anoplotherium commune.
b. Paleotherium minus. *d.* Krokodil.

ungefähr 22°, wie jetzt in Unterегypten, betragen mußte. Dies ist ein Umstand, den man noch dem zuschreiben kann, daß die Zunahme der inneren Wärme größer als jetzt war, und die Nebel, indem sie die Ausstrahlung verminderten, unsern Winter weniger streng machten (§. 72). Es erklärten notwendig fließende Gewässer auf dem Continente; daraus kann man sich nun auch die Ablagerungen der Lignite und die Reste von Süßwassermollusken erklären, die man mitten in den Meeresablagerungen findet. Namentlich sieht man sich veranlaßt, einen solchen Süßwasserstrom vorauszusetzen, der bei Laon ausmündete und die Süßwasserablagerungen des Soissonnais verbreitete, und wiederum einen andern, zwischen Exeter und Dorset, welcher südwestlich von den Wealds die Ablagerungen der Insel Wight bildete. Um Paris herum mußten sich auch einige Theile des Meeres zu einer gewissen Zeit vom übrigen Meere abgesondert und in einen Süßwassersee, wo sich die Gypse bildeten, umgewandelt finden.

§. 165. **Epoche der Molasse.** — Nach dem System von Corsika hat sich die Molasse gebildet, und zwar auf solche Weise, daß sie sich meistens da abgesetzt hat, wo der Pariserkalk gänzlich gefehlt hatte (§. 123, 150). Daraus ergibt sich, daß die Länder, die damals sich über den Gewässern befanden, nothwendig und oft sehr tief einsinken mußten, um die neue Formation aufzunehmen, die manchmal sehr mächtig ist; daher mußten von Neuem sehr große Umänderungen auf dem Continente der vorausgegangenen Epoche vor sich gehen. Es mußten sich theilweise Einsenkungen in mehreren Punkten der Landschaft Touraine, von Guienne, von der Gadcogne, von Languedoc, von der Provence, der Dauphine und in der ganzen Schweiz bilden; es entstanden daselbst oft sehr tiefe Seen, die bald vereinzelt lagen, bald mit dem Meere in Verbindung standen; auf dies weisen die gleichzeitigen Ablagerungen hin, wovon die einen dem Süßwasser, die andern dem Meere zugeschrieben werden müssen. Dagegen bildete sich zu derselben Zeit in mehreren Theilen des nördlichen Meerbusens, in Belgien, in der Picardie, in der Ile-de-France und auf der ganzen englischen Küste mehr oder weniger beträchtliche Erhebungen. Der bloßgelegte Grobkalk entging in seiner ganzen Ausdehnung den nachfolgenden Ablagerungen, und es wurden die Stellen, wo jetzt London und Paris stehen, zu Tage gelegt, obgleich sie von Wasser, worin sich die Molasse absetzte, umgeben waren; ebenso verhielt es sich im Golf von Bordeaux, wo der ganze nördliche Theil der Pariserformation gehoben wurde und der Molassenablagerung entging, die man im ganzen übrigen Theil des jetzigen Beckens findet, welches damals unter Wasser war. Diese Epoche war von einer neuen Veränderung hinsichtlich der Wesen, die auf der Oberfläche der Erde lebten, begleitet; von diesem Momente an erschienen außer einigen neuen Paleotheriumarten in Europa das Mastodon und das Dinotherium giganteum (§. 123), welches beinahe die Form (Fig. 349) haben mußte, sowie das Rhinoceros, das Nilpferd, die Affen und mehrere Nagethiere, z. B. der Biber, das Eichhörnchen ꝛc. Die Flora bestand hauptsächlich aus Coniferen, nebst Dikotyledonen, die jedoch ohne Zweifel noch nicht so entwickelt waren, als in der darauf folgenden Epoche. Auch Palmen erschirten noch, deren Ueberreste man in Lignitenablagerungen und besonders in denen von Liblar bei Köln, sowie in den Gypsgruben von Aix fand.

§. 166. **Subapenninische Epoche.** — Die Erhebung der Westalpen bewirkte einen neuen Umsturz. Nicht nur erhielt der durch die vorausgegangenen Begebenheiten beraig gemachte Boden zwischen Constanz und Marseille plötzlich eine bedeutende Höhe und einen großen Theil seines jetzigen Reliefs, sondern es hat sich auch diese Bewegung über ganz Europa verbreitet. Der größte Theil des englisch-französischen Meerbusens wurde durch eine Hebung, welche Alles zu Tage legte, was sich auf die Molasse bezog, ausgefüllt. Nicht anders war es in der Landschaft Guienne, in Languedoc, in der Provence, in Piemont, in der Schweiz, und noch einmal wurden die Umrisse der Meere verändert. Aber zu gleicher Zeit bildeten sich auch im Innern der Länder große Seen; der eine von Dijon an bis zur Isère; ein anderer im südlichen Theil vom Elsaß; endlich ein dritter in der Provence, von Sisteron bis zu den Ufern der Durance.

Damals erschienen alle Carnivoren aus den Gattungen der Bären, Hyänen, Katzen, Hunde ꝛc., welche die Höhlen bewohnten, wovon sich noch Reste in der Pariserformation finden, und wovon die Arten in der nachfolgenden Periode nicht allein von unserem Continente, sondern auch von der ganzen Erdoberfläche verschwunden sind. Es zeigten sich noch mehrere neue Nagethiere, Pferee, Wiederkäuer und wahrscheinlich auch jenes riesenhafte, zu den Edentata gehörige Thier, mit einem langsamen und schwerfälligen Gange, nämlich das Megatherium (Fig. 320), dessen Kopf und dessen ganzer Wuchs etwas darbieten mußte, was ein wenig den Faulthieren (Fig. 350) gleicht, obgleich die Größe die der größten Rhinoceros ist, und dessen Leib von einem knöchernen Panzer, wie die Armadille, aus der gleichen Familie (Fig. 351), bedeckt gewesen sein mußte.

Fig. 350. Dreizehiges Faulthier.

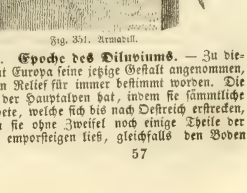


Fig. 351. Armadill.

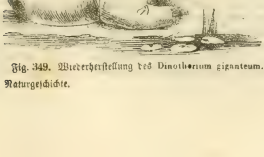


Fig. 349. Wiederherstellung des Dinotherium giganteum.

§. 167. **Epoche des Diluviums.** — Zu dieser Zeit hat Europa seine jetzige Gestalt angenommen, und ist sein Relief für immer bestimmt worden. Die Erhebung der Hauptalpen hat, indem sie sämmtliche Ketten bildete, welche sich bis nach Oestreich erstrecken, und indem sie ohne Zweifel noch einige Theile der Westalpen emporsteigen ließ, gleichfalls den Boden

von einem großen Theil Europa's gehoben und hat namentlich die Theilung der Gewässer zwischen dem Ocean und dem mittelländischen Meere bewirkt. Die erzeugten Wirkungen beweisen uns, daß sich damals in allen Richtungen ungeheure Wasserströme bildeten und daß dieselben alle unbedeckten Ablagerungen durchfurcht haben; aber das Volumen des Wassers, das durch die zuvor im Innern der Länder gebildeten See'n geliefert wurde, deren Dämme ohne Zweifel bei der neuen Erhebungskatastrophe durchbrochen worden sind, steht in keinem Verhältniß mehr zu der Größe des erhaltenen Resultates; es muß durch irgend einen Umstand, den man vielleicht einer plötzlich eingetretenen Schmelzung der damals auf den Bergabhängen aufgehäuften Schnee- und Eismassen beimessen kann, ungeheuer gewachsen sein. Die Ströme, die sich bildeten, haben, indem sie die Oberfläche der Länder durchfurchten, die Trümmer derselben nach allen Seiten hinaus geführt; daher die Alluvionen des Rhone- und Crauthales, der lombardischen und baierischen Ebenen, des Rheinthales, u. s. w.: daher auch das Vorhandensein und die Form unserer jetzigen Thäler, daher die Entblößungen, die Beschädigungen, die Verrückungen oder Verschiebungen, die wir an so vielen verschiedenen Orten gewahren (§. 86, 102). Von der Erhebung des letztern Theiles der Alpen scheint sich die Trennung Frankreichs und Englands, so wie die von Irland durch die Durchbrüche zu datiren, welche sich zwischen Brest und dem Cap Clyard, zwischen Carnarvon und Dublin bildeten. Das mittelländische Meer erhielt seine gegenwärtigen Gränzen in Folge der Einsenkung der Länder, die sich südwärts von Marseille zur Zeit des Pariser Meeres ausdehnten. Vielleicht ist in dieser Epoche auch der bothnische Meerbusen entstanden, weil die Muschelablagerungen, die sich an einigen Punkten der Küsten befinden, sich höchstens auf die subapenninische Formation beziehen.

Doch ist die Veränderung in der Gestalt des Bodens nicht die einzige Folge von dem Auftreten der Hauptalpen gewesen; diese auf einem großen Theile der Welt ausgedehnte Katastrophe hat sich von der Höhe Spaniens, bis zum Mittelpunkt von Asien, durch die plötzliche Abkühlung unserer Gegenden bis zu dem jetzigen Grad der Temperatur markirt. Von dieser Zeit an haben auch die Palmen in Europa zu vegetiren aufgehört, und die Dikotyledonen ungeheuer zugenommen. Die Cleyphanten, das Rhinozeros, die Panther, welche in diesem Weltheil erschienen sind, sind daselbst völlig verschwunden, und wenn auch der Höhlenbär sein Analogium in unsern jetzigen Bären findet, so hat doch wenigstens seine Größe bedeutend abgenommen. Es hat sich die Fauna dieses Welttheiles von Neuem völlig verändert und ist durch die heutige ersetzt worden. In diesem Zeitpunkte ist wahrscheinlich auch der Mensch auf der Erde erschienen: denn einerseits gibt es keine menschliche Reste selbst in dem, was man allzuleicht ihn Diluvium genannt hat, weil man die Skelete von Guadeloupe, die von der neuen Epoche sind, nicht hieher rechnen kann; und andererseits sind die Thiere, welche damals ihren Anfang genommen haben, gerade diejenigen, neben welchen der Mensch seit den ältesten historischen Zeiten immer gelebt hat.

§. 168. **Neue Epoche.** — Seit der Epoche der Hauptalpen geschah keine allgemeine Umwälzung mehr in Europa, und die einzigen Wirkungen sind einige vulkanische Ausbrüche und einige aus den Erdbeben hervorgegangenen Erhebungen gewesen. Von dieser Art scheint auch die 13. Epoche gewesen zu sein, die sich in Morea, der Gegend von Neapel, in Sicilien, auf einigen Punkten der Provence bildete, und vielleicht auch durch die alten Spalten hindurch die Eruption der neuen Vulkane der Auvergne und der Landschaft Vivarais bewirkten, deren schon erhaltener Zustand die Nachzeitigkeit nach den großen Entblößungen beweist, welche auf die Ankunft der Hauptalpen gefolgt sind.

Wenn nun auch gleich nach dieser großen Begebenheit beinahe nichts mehr in Europa erfolgte, so war dies vielleicht nicht auch in den andern Welttheilen so. Man muß vermuthen, daß ein großer Theil des ungeheuren Bergwulstes, welcher der Länge von Amerika nach sich hinzieht und Asien von Kamtschatka an bis zum birmanischen Reich durchschnitt, das Resultat einer neuern Epoche ist; wenigstens bietet diese Richtung den ausgedehntesten, entschiedensten und so zu sagen am wenigsten verwischten Zug der äußern Gestalt der Erde dar. Hier zeigt sich heutzutage die größte Anzahl von thätigen Vulkanen und daher auch die ausgedehnteste und besterhaltene Communikation des Innern der Erde mit der Oberfläche und vielleicht auch die größte bekannte Masse von vulkanischen Produkten.

§. 169. **Große Ueberschwemmung. Zukunft der Erde.** — Die aufeinanderfolgenden Erscheinungen der großen Gebirgsketten haben, wie wir gesehen haben, große Veränderungen auf den verschiedenen Theilen der Erde, welche nach und nach der Schauplatz davon gewesen sind, hervorgebracht. Aber es ist auch in die Augen springend, daß diese Katastrophen, wenigstens diejenigen, die sehr energisch waren und sich auf einem großen Raume entwickelten, wie z. B. die Erhebungen der Pyrenäen, Alpen u. s. w. (§. 150, 152) ihre Wirkung auf der ganzen übrigen Erde durch mehr oder weniger wichtige secundäre Phänomene äußern mußten. Wenn schon eine einfache Erderschütterung hinreichte, um eine heftige Bewegung des Meeres, eine plötzliche Irruption seiner Gewässer in die Continente (§. 119) zu erzeugen, so konnten auch jene schrecklichen Revolutionen im Ocean mehr oder weniger heftige Bewegungen und mehr oder weniger bedeutende momentane Störungen im Niveau bewirken. Daher ohne Zweifel außerordentliche Ueberschwemmungen, welche bei jeder Katastrophe die Oberfläche der vorhandenen Länder verwüsten und darauf, wie noch in unsern Tagen (§. 119, 61), verschiedene Entblößungen oder mehr oder weniger ausgedehnte Anschwemmungen erzeugen mußten.

Weil wir nun, abgesehen von Allem, was den Forschungen der Wissenschaft entgangen ist, in Europa eine Reihe auf einander folgender Bewegungen des Bodens sehen, welche diesen ganzen Continent, und mehrere davon eine ganze Hemisphäre umgeändert haben (§. 71, 155), so ist es nichts Absurdes, wenn man zugibt, daß das, was in so vielen verschiedenen Wiederholungen seit den ältesten Bildungsepochen (§ 110 u. 142) bis auf die neuesten (§. 127 u. 154) Statt fand, irgendwo einmal seit dem Erscheinen des Menschen auf der Erde (§. 167) geschehen sei. Daher liegt auch nichts Vernunftwidriges im Glauben an einen großen Einbruch der Gewässer in die Länder, an eine allgemeine Ueberschwemmung, endlich an eine Sündfluth, die man nicht nur in der Bibel geschrieben, sondern auch in die Traditionen aller Völker und mit beinahe übereinstimmendem Datum tief eingegraben findet. So sehr wir auch auf diese Weise in der Erzählung Mosis außerordentliche Umstände erkennen, die das übernatürliche Eingreifen des göttlichen Willens bezeugen, so sehen wir doch auf der einen Seite die materielle Möglichkeit der Thatsache, die uns überliefert wurde, und finden auf der andern Seite sogar das Geheimniß der dabei angewandten Mittel, — d. h. die Erhebungen, die Senkungen, die daraus hervorgegangenen Schwankungen der Gewässer, welche alsdann die wirkenden Ursachen der ehemals dem Menschengeschlechte auferlegten großen Strafe werden. Wenn man auch wegen der bekannten schwachen Resultate, welche sie hervorbrachte, nicht allzusehr die Ursache dieses großen Phä-

nomens in der letztern der bis jetzt klassifizirten Erhebungen finden kann, welche Ablagerungen störten, wo man schon Spuren der menschlichen Industrie erkennt (§. 154), so würde man sie vielleicht in der Erhebung der Andes von Amerika und der vulkanischen Kette vom Centralasien finden, welche neben einer kolossalen Entwicklung ziemlich frappante Charaktere von relativer Neuigkeit (§. 168) darbietet.

Was die Zukunft unseres Planeten anbelangt, so läßt uns Alles glauben, daß der Zustand von Ruhe, deren wir uns gegenwärtig zu erfreuen haben, nur temporär ist, wie alle zwischen den Krisen liegenden Intervalle, während deren sich die verschiedenen sedimentablagerungen bildeten. Wir setzen auch wirklich in der Reihe der Störungen, die zu jener Zeit an den Vorgängen der Natur Theil hatten, kein Gesetz, wodurch uns gestattet wäre, für die Reihenfolge dieser Phänomene ein Ende anzunehmen; auf unbestimmte Zufälle folgen entweder Krisen von derselben Ordnung oder furchtbare Katastrophen, wie auf lange Ruhe-Perioden oft mit Einemmale fürchterliche Umwälzungen folgen. z. B. auf die kleine Erhebung des Mont-Viso (§. 149) folgte die große Katastrophe der Pyrenäen (§. 150); auf diese folgten sodann die kleinen Erhöhungen des corsischen Systems, auf welche große Ereignisse hinsichtlich der Alpen folgten (§. 151 bis 153). Die lange Periode der Juraformation (§. 116, 117) ist durch die Erhebung der Cote-d'Or (§. 148) gestört worden, wie die Ablagerung des Vogesentalkes (§. 114) fast eben so bald durch das System des Rheins (§. 146) aufgehalten wurde. Es ist demnach Alles unregelmäßig in den Revolutionen, die unser Planet gelitten haben; es zeigt sich nicht eine Thatsache, welche in uns die Idee von einer stufenweisen Abnahme in der Intensität der unterirdischen Wirkungen erwecken und uns glauben lassen könnte, daß die Erde die Eigenschaft, sich nach und nach in verschiedenen Richtungen zu runzeln, verloren habe. Daher könnte uns Nichts versichern, daß die Ruheperiode, in welcher wir seit 5455 Jahren (seit der Sündfluth) leben, nicht unverhofft durch das Auftreten irgend eines neuen Gebirgssystems — als Wirkung einer neuen Verrückung oder Verschiebung ꝛc. des Bodens gestört werde. Die Erdbeben beweisen sattsam, daß die Fundamente nicht unerschütterlich sind. Daraus folgt, daß die Vorstellung von einem Ende oder von einer Erneurung der Dinge hienieden, die ebenso verbreitet ist, als die von einer vergangenen großen Ueberschwemmung, sich ebenfalls in der Ordnung der Gesetze findet, welche die Welt regieren.

§. 170. **Theorie von der Erdentstehung** (Geogenie). **Allgemeine Uebersicht.** — Die Geschichte aller Systeme, welche ausgedacht worden sind, um den Ursprung der Welt und den Ursprung der Erde insbesondere zu erklären, könnte vielleicht einigen Reiz für die Wißbegierde haben; aber außerdem, daß man dadurch viele Zeit für bloße Romane verschwenden würde, ist es vielleicht auch von Vortheil, zur Ehre der Menschheit die vielen Geistesverirrungen der Vergessenheit zu weihen. Nur eine einzige Lehre von der Entstehung der Erde verdient unsere Aufmerksamkeit: sie findet sich um Buch Mosis und zeigt sich nach mehr als drei Jahrtausenden, einerseits als die deutlichste Anwendung der bestbegründeten Theorien, und anderseits als die gedrängteste Uebersicht der geologischen Thatsachen. In der That, was gibt es auch Vernunftmäßigeres und sogar dem Stand unserer Kenntnisse Angemesseneres, wenn es sich darum handelt, in die allgemeine Verwirrung der Dinge Ordnung zu bringen, als das Bedürfniß zu schaffen, mittelst derselben die Erscheinungen des Lichtes, der Wärme u. s. w. sich äußern und überall Leben hinragen konnten; als die zerstreuten Elemente zu gewissen, von einander abstehenden Gruppen zu vereinigen; als da und dort Attractionsmittelpunkte zu bilden, um welche herum Alles nach einem unveränderlichen Gesetze hinstreben könnte, u. s. w.? Dies ist es nun, was man ohne Zweifel mit weniger Details findet, als wir mittelst unserer erworbenen Kenntnisse geben könnten, aber in kurzen und gewöhnlichen, allen verständlichen Ausdrücken, in den ersten Versen der Genesis findet, welche auf diese Weise drei aufeinanderfolgende und verschiedene Thatsachen geben. Denn man findet darin kurz zusammengefaßt: Deus fecit *lucem* (das Licht-, Wärmeäquivalent u. s. w.) *firmamentum* (den Raum und alle Massen, die sich darin verbreitet finden) *solem et stellas* (die Attractionsmittelpunkte) u. s. w.

Was die organische Schöpfung betrifft, so theilt sie sich in vier aufeinanderfolgende und ebenso vernunftmäßige Epochen. Die erste bildet das vegetabilische Leben, das sich nicht allein in den Pflanzen, sondern auch noch in jenen untern Thieren ausspricht, wo man kaum etwas anderes als die Phänomenen der Ernährung, des Wachsthums u. s. w. findet. Dann kommt das höhere thierische Leben, wo die Empfindung, der Instinkt, die Intelligenz, der Wille, sich nach und nach in verschiedenen Proportionen mit den Erscheinungen der bloßen Existenz verbinden. Dieses neue Leben erhält zuerst eine gewisse Entwicklung in den Fischen (unter welchen ohne Zweifel auch die Reptilien begriffen sind), dann in den Vögeln, die zusammen die zweite Schöpfungsepoche bilden. In den Säugethieren, welche in einer dritten Epoche erscheinen, erhält sie eine neue Ausdehnung; und endlich erreicht sie den höchsten Grad im Menschen, welcher das Werk des Allmächtigen vollendet und seine Seele nach dem Bilde Gottes erhält, wodurch er sich von allen Wesen unterscheidet.

Dies ist ohne Zweifel ein bewundernswürdiges Beispiel allmäßig erfolgter organischer Combinationen; allein dies ist genau auch die Ordnung, in welcher sich nach und nach alle in den Sedimentschichten, welche verschiedenen Zeiten angehören, vergrabenen Ueberreste zeigen. Diejenigen Ueberreste, die wir in solchen Ablagerungen antreffen, die wir für die ältesten halten, sind die verkalkten Reste von gewissen Polypen, die Abdrücke, manchmal das Gehäus einiger Acephalen, die Trilobiten und die vegetabilischen Reste, deren Anhäufung den Anthrazit der devonischen Ablagerungen gebildet hat (§. 110). Der Reichthum, die Ausdehnung und Mächtigkeit dieser Kohlenschichten zeigen bereits einen großen Reichthum an Vegetabilien an, der uns glauben läßt, daß die Pflanzen seit lange existirten, und daß vielleicht ihre ersten Ueberreste in den tiefgehenden Metamorphosen verschwanden, welche die Ablagerungen, worin sie sein konnten, umbildeten.

Vor den devonischen Schichten kommen keine Fische vor: erst in der Steinkohle zeigen sich solche mit einer kräftigen Organisation, die sich in den folgenden Ablagerungen verlieren und die man heute nicht einmal mehr auf der Erde kennt. Die Fische haben ihre Reste in den Ablagerungen der Zechsteinformation gelassen, welche hierauf folgen; und die Vögel, deren Erschaffung die Genesis auch in dieselbe Epoche nur in die zweite Stelle setzt, haben die Eindrücke ihrer Füße (Thierfährten) auf den Platten des bunten Sandsteins zurückgelassen. Erst lange Zeit nachher kommen die Säugethiere; wenn man davon einige Spuren schon im Hauptrogensandstein findet (§. 117), so gehören sie weniger vollkommenen Ordnungen an: erst in den tertiären Ablagerungen zeigen sich von ihnen Ueberreste jeder Art in Menge (§. 122 bis 126).

Die menschlichen Reste zeigen sich in keiner der Schichten, die aus dem Sooyz der Erde emporgehoben wurden und jetzt einen Theil unserer Continente ausmachen, woraus folgt, daß dieses bevorzugte Wesen der allgemeinen Schöpfung auf der Erde erst nach den Thieren, deren fossilen Ueberreste wir

bereits finden, erschien; er datirt sich nur von einer bezeichnungsweise sehr neuen Epoche, die geologisch nach der Erhebung der Hauptalpen (§. 167) folgt, deren Bildung daher gemäß der angenommenen Chronologien ungefähr um 6810 Jahren zurückgehen würde. In den seit jener Katastrophe gebildeten Ablagerungen können sich erst die Gebeine des Menschen finden, und sie werden dann in der Reihe der geologischen Schichten nur dann erscheinen, wenn neue Revolutionen die Sedimente, die sich bis jetzt noch unter den Meeren befinden, in Continente umgebildet haben werden. Aus diesem Resumé ersieht man klar und deutlich, daß die kurze Erzählung der heiligen Schrift ganz übereinstimmend mit den geologischen Allgemeinheiten ist. Nur haben wir durch die Beobachtung sehr viele Einzelheiten kennen lernen, die ohne Zweifel für die meisten Menschen von keinem Nutzen sind, aber doch wenigstens die kleine Anzahl solcher interessiren, die sich dem Studium hingeben.

Alle Thatsachen zusammen, die wir jetzt kennen, lassen uns sehen, daß jede der in der Genesis kurz angedeuteten besondern Schöpfungen, mit Ausnahme der des Menschen, nicht auf einen einzigen Wurf Statt fand, sondern allmählig in einem beträchtlichen Zeitraum und in dem Maße, als sich die Erdkugel selbst mehr gestaltete. Denn wenn auch die gefäßreichen Kryptogamen beinahe am Anfange der Dinge erschienen sind, so sind doch die nacktsamigen Phanerogamen erst in der Epoche der Steinkohle gekommen, und zeigten sich sogar erst lange Zeit nachher in ihrem eigentlichen Reichthume; eben so gibt es Monokotyledonen, deren Reste anfangs wenig zahlreich und unbeutlich sind, und die man erst nach der Kreide ganz deutlich sieht; die Dikotyledonen erscheinen bloß später noch in Mitte der tertiären Schichten. In diesem ganzen Zeitraum haben sich die Arten allmählig verändert, und diejenigen, die nach einander erschaffen wurden, sind auch nach einander ganz verschwunden, um neuen Platz zu machen.

Von den Fischen, Reptilien, Mollusken zeigt uns ein jedes die gleichen Phänomene und noch deutlicher das allmählige Aussterben verschiedener Racen und das Erscheinen mehrerer andern. So verschwinden z. B. die saurierartigen Fische, die zu der Zeit lebten, wo sich in Belgien und England die Steinkohle bildete, für immer in der neuen Ordnung der Dinge, die alsdann bei der Zechsteinformation eintrat. Die wahren Haie existirten damals nicht und erschienen erst lange Zeit nachher im Kreidemeer. Riesenhafte Saurier mit ruderförmigen Füßen und fliegende Saurier fanden sich in der jurassischen Epoche in großer Menge und verschwinden in der darauf folgenden Epoche, wo sie durch ungeheure Landsaurier ersetzt sind, von denen sich keine Spur zuvor findet, und die, nachdem sie lange Zeit für sich allein die Erde bevölkert hatten, sich gleichfam allmählig verlieren und nur Krokodile zurücklassen, die aber von den jetzt lebenden sehr verschieden waren. So verschwinden auch die Trilobiten, die Producten, die Spiriferen, nachdem sie sich eine Zeitlang in Menge vorgefunden hatten, nach einander. Ihnen folgen die Ammoniten und Belemniten, und befinden sich besonders reichlich im Jurameer; hierauf erlöschen sie vollständig, nachdem sie allmählig ihre Arten veränderten, in dem Momente, wo auch die Kreidebildung aufhört. Sämmtliche nachfolgende Mollusken nähern sich mehr und mehr den in der gegenwärtigen Epoche lebenden an, wovon es damals keine Spur gab.

Aehnliche Umstände bieten uns die Säugethiere dar, und die verschiedenen Ordnungen und Arten erscheinen nur allmählig. Die ersten sind nur schwache Beuteltiere. Lange Zeit nachher kommen dem Tapir analoge Dickhäuter vor, deren erste Arten bald verschwinden. Diesen folgen andere Arten aus der nämlichen Gattung, die sich in Gesellschaft mit andern Thieren — dem Mastodon und Dinotherium, finden, die beinahe sogleich für immer verschwinden. Später kommen noch die Elephanten, und zeigen sich mit den reißenden Thieren, den Nagern u. s. w., deren Arten bloß noch das Vorspiel von denen sind, die gleichzeitig mit dem Menschen erscheinen.

Alle diese auf einander folgenden Veränderungen in der Reihe der Wesen stehen mit großen Umwälzungen, die auf der Erooberfläche Statt fanden, in Verbindung. Im Momente der durch die Bewegungen des Bodens erzeugten Katastrophen verschwinden die Familien, Gattungen und Arten organisirter Körper, welche bisher existirt hatten. In den darauf folgenden ruhigen Momenten entwickelt sich dagegen die neue Organisation, die sich mit den neuen atmosphärischen Umständen und den neuen Lagen der Isothermenlienen (§. 156) u. s. w. in Uebereinstimmung finden muß.

Diese Details, welche die Beobachtung zu der Erzählung der heiligen Schrift hinzufügt, stehen in allgemeiner Uebereinstimmung mit den Thatsachen, die sich darin kurz angegeben finden, und von denen sie bloß die Entwicklung sind; die einzige Schwierigkeit, die sich darbieten konnte, ist diejenige, die sich an das Wort Tag knüpft, welches glücklicherweise nicht einmal in den Augen der gesetzlichen Richter seit dem heiligen Augustin bis auf uns in der Wirklichkeit den Werth zu haben scheint, den ihm die Völker natürlicherweise beimessen. Dieser Ausdruck scheint auch wirklich nur als Anzeige relativer Epochen — als Mittel, sich verständlich zu machen und die Ordnung und Aufeinanderfolge der Dinge, die plötzlich erfunden waren, beizubehalten, angenommen worden zu sein. Es ist in der That klar, daß die allzu umständlichen, kategorisch durch Zahlen angegebenen Details, welche zwar die Wißbegierde einer kleinen Anzahl Leute befriedigen würden, von dem gemeinen Mann, der doch auch ein Recht an diese wichtige Unterweisung hat, weder erfaßt noch verstanden würden. Wir selbst gebrauchen oft noch verkehrtere Mittel und Wege, um Allen verständlicher zu werden: so sprechen wir z. B. von einem Auf- und Untergang der Sonne, von dem Eintreten dieses oder jenes Sternes in den Meridian u. s. w., obgleich wir ganz gut wissen, daß man der Erde umgekehrte Bewegungen zuschreiben müsse.

Geologischen Beobachtungen zufolge scheint jener Ausdruck von Tagen Epochen bezeichnen zu sollen, welche lange Zeitperioden darstellen, wovon jede sich auf ein gewisses Schöpfungssystem bezieht, in welchem es verschiedene Formationen von Wesen, so wie auch ein allmähliges Erlöschen oder Aussterben derjenigen gab, welche zuerst vorhanden waren. Jede Periode beginnt mit einem deutlich bestimmten und durch eine Katastrophe, welche die schon zuvor auf der Erde bestehende Ordnung der Dinge umstürzt, markirten besondern Datum; sie setzt sich mehr oder weniger lange, manchmal durch die nachfolgenden Epochen hindurch und oft bis zum Erscheinen des Menschen selbst fort. Es liegt nach den Voraussetzungen der Wissenschaft, ein unermeßlicher Zeitraum zwischen der Bildung der ersten Flözablagerungen und der Bildung der letzten, ohne die Zeit dabei in Rechnung zu bringen, die zum Festwerden und ersten Abkühlen der Planetmassen nöthig war. In dieser langen Reihe von Jahrhunderten, die nur ein Augenblick in der Ewigkeit sind, hat die Erde durch die Bewegungen jeder Art des Bodens und durch die verschiedenartigen Sedimentablagerungen die Gestalt angenommen, wie wir sie jetzt sehen, und sich endlich zum Wohnort für den Menschen, für welchen Gott Alles eingerichtet hat, zubereitet.

Inhaltsverzeichniß der Mineralogie.

Abdruck (Formen durch) 246.
Adererze 348.
Aetzmittel 259.
Aetzpfeiler 282.
Agat 315 316.
Agglutination oder Zusammenbacken (Formen durch) 245.
Alaun 295.
Alaunschiefer 295.
Alaunstein 295.
Alber 319.
Alabaster
Gypsalabaster 295.
Kalkalabaster 312.
Alkalien, wie man ihre Gegenwart erkennt 265.
Allumnasse, verschiedene 273.
Almandin 321.
Amalgamerstein 321.
Ambra, gelbe 307.
Amethyst 315.
Amianth, von was seine Biegsamkeit herrührt 249.
— seine Natur 127.
Ammanhorn 322
Ammoniak, Mittel, seine Gegenwart zu erkennen (s. Ammoniakalz) 264.
Ammoniakalaun 295.
Ammonshorn 298.
Amorphe der Mineralien 264.
— ihre Vergleichung 266.
— ihre Entstehung 268.
Anatas 273 285.
Analysm 276 322.
Angstein 293.
Anhydrit 294.
Anlegen gewisser Mineralien an der Zunge 259.
Antimonerze
— wie man seine Gegenwart erkennt 262.
— seine Verbindungen 273 286 292.
Anthrazit 303.
Apatit 288.
Aquamarin 322.
Arragonit, seine Gruppirungen 241.
— liefert ein Beispiel vom Dimorphismus 249.
— seine Charaktere 309 312.
Arseniate, verschiedene 273 287.
Arsenik, Mittel, seine Gegenwart zu erkennen 262.
— wie er sich in der Natur findet 273 286.
Arsenikkies 287.
Arsenikschwefel 286.
Arsenikmikel (Weißnickelkies) 287.
Arsenikoxide und ihre Verbindungen 273 287.
Arseniure 273 286.
Art, die Mineralien zu studiren 227.
Art, mineralogische 271.
Asbest 327.
— seine Struktur 256.
Asche, Alaun 314.
— rothe 306.
— schwarze 306.
Aschgrau 306.
Aschrothfuß 254.
Atakamit 288.
Atomen 266.
Atomenformeln 267.
Atomgewicht 266 270.
Augit 326.
Aurripigment 293.
Azurit 279 324.
Agotate, wie ihre Gegenwart entdeckt wird 262 263.
Agotate, wie sie in der Natur vorkommen 301.
Bargt, Mittel, seine Gegenwart zu erkennen 264
— seine Verbindungen 275 293.
Barytine 293
Baryte-Gatte 314.
Basalt 299 320.
Bastardzn, mineralogische 272.
Bergblau 314.
Berggrün 323.
Bergkrystall 315.
Bergöl 307.
Bergseife 307.
Bergtheer 306.
Bergwachs 307.
Bernstein 307.
Bernsteinsäure 307.
Berthierine 276 321.
Beryll 322.
Beryllerde, wie man ihre Gegenwart erkennt 264.
Bestandtheile der Form der belebten Körper 226.
Bildungen, kalkenförmige 244.
— haarförmige 245.
Bimsstein 321.
Bimssteinconglomerate 321.
Bitterspath 299
Bitumen 306.
Blattrigkeit 320.
Blau, Thenard'sches 286.
Blei, Vorbedingung seiner Gegenwart 265.
Blei, arsenikhaltiges Bleioxyd (Mimetèse) 273 287.
— seine Gegenwart 264.
Bleiglanz 293.
Blende 290.
Blitzröhren 315.
Blutstein 284.
Bohnerz 282.
Bomben, vulkanische 245.
Borate (borsaure Salze, wie man ihre Gegenwart erkennt 265.
Borax 314.
Boraxsäure, wasserhaltige 314.
Borazit 276 315.
— seine Electricität 258.
Boro-Silikate des Kalkes 315.
Bournonit 293.
Braunsteinerz 282.
Braunit 279.
Brauntohle 305.
Brechweinstein 322.
Brillant 302.
Brom, Erkennen seiner Gegenwart 263.
Bromcalcium 298
Bromnagnesium 298.
Bromsilber 298.
Bromsire 275.
— natürlich vorkommende 298.
Bromzink 298.
Bronz, seine verschiedenen Farben 249.
Cadmium, wie man seine Gegenwart erkennt 265.
— seine Verbindungen 290.
Calamine (Kieselgalmei) 277.
Calomel 288.
Calzedon 315.
Camouare, wie man ihr Vorhandensein entdeckt 262.
— verschiedene Arten derselben 309.
Carbonate, prismatische 309.
— rhomboedrische 309.
Carbide 275.
Carnalit 320 276.
Carpenitin 323 276.
Cassiterit 285 273.
Cererit 328 277.
Cerin 322
Cerium, seine Charaktere 284.
— seine Verbindungen 322 328.
Cerussin 298.
Chalcedon 274.
Chalkopin 274.
Chamosit 323 276.
Charakteren der leblosen Körper 225.
— der verschiedenen Krystallsysteme 233.
Chrysolit 318
Chlor, Angeichen seiner Gegenwart 265.
— sein Ursprung 296.
Chlorblei 295.
Chlorcalcium 298.
Chlorerde 323 276.
Chlorerze 298.
Chlorkalium 298.
Chlornatrium 298.
Chlorquecksilber 295.
Chlorsilber 297.
Chlorure 297 275.
Chromsäuresäuerstoffsaure 297.
Chrom, wie man seine Gegenwart erkennt 264.
Chromoxyde u. Chromite 284 273.
Chromsäuren 284.
Chromgrün 284.
Chromocker 284.
Chromoxydrot 280.
Chrysopras 315.
Chrysolith der Vulkane 325.
Chrysolith, orientalischer 281.
Chrysoprase 317.
Cobaltine 273.
Colestin 293.
Colorados 279 297.
Eradrant 283 273.
Crolosit 284 273.
Cyanit 318
Cymophan 280.
Cyprin 322.
Dammerde 318.
Dendriten 244.
Dualloge 329 277.
Dialogite 274.
Diamant 302 303.
Diamantspath 302.
Diamorphismus 239.
Diopsit 277 326.
Diorit 320.
Dysomose 273 287.
Dysyten 276 318.
Dodecaeder, doppelt pyramidaler 232.
Dolerit 320 327.
Dolomit 309 313.
Eigenschaften, optische, der Mineralien 240.
Eisenschaften, physikalische, der Mineralien 227.
Entzündung der Mineralien 270.
Eisen, wie man seine Gegenwart erkennt 263.
— seine verschiedenen Oxyde 273.
— gediegen 285.
— arsenikures (Chromeisen) 273 284.
— phosphorsaures 274 288.
— schwefelsaures (Eisenvitriolhydrat) 296.
— arsenikaures 274 287.
Eisen, vanadinsaures 284.
Eisenerze, verschiedene 273.
Eisenglanz 273 281.
Eisenoolithe 282.
Eisenopxde 284.
Eisenoxydhydrat 282.
Eisenoxydul, kohlensaures 313.
Eisenoxydulerze 283.
Eisenschiefer 284.
Eisenspath 313.
Eisteller, natürliche 300.
Elasticität 256.
Elasticitätsaxen 256.
Elaterit 307.
Electricität 258.
Electrolyse 258.
Elemente, ihre Zahl 225.
Entstehung des belebten Körper 226.
Epidot 322.
Epsomerzalz (Epsomit) 296.
Epsomit 296.
Erdmetalle, ihre Bildung 245.
Erde, englische 318.
— kölnische 308.
— grüne 323.
— italienische 283.
— terrenerte 323.
— von Sienna 283.
Erdpech 306.
Erklärung und Gegenstand der Classifikationen 270.
Erstarrung, hygrometr, der belebten Körper, Zeit 246.
— unbeguemer, der leblosen Körper, Zeitdauer 226.
Familien, mineralogische 272.
Farben, oberflächliche 255.
— wesentliche 255.
— zufällige 255.
Farbenpunkt 255.
Faserit 301.
Federalaun 295.
Federharz 306 307.
Fehrolyt 285.
Feldspath 319.
— edler 320.
— gläsiger 320.
— prismatischer 319.
Fettgelbes gewisser Mineralien 258.
Feuer, natürliche 307.
Feueropal 318.
Feuerstein 317.
Fleckenstein 324.
Flintenstein 294.
Fluor, wie seine Gegenwart erkannt wird 263.
— seine Verbindungen 298 275.
Fluorcalcium 298.
Fluorcerium 298.
Fluorgyttrium 298.
Flußspath 298.
Fontainen, feurige 306.
Form, unwesentliche, der leblosen Körper 225.
Formen, bestimmte, der belebten Körper 226
Formen der Mineralien 227.
— primitive 228.
— regelmäßige, oder Krystalle (s. Krystall) 227.
— zufällige 245.
— und Ursachen der Veränderungen der Formen 240.
Formen, verschiedene unregelmäßige 243.
Formveranderung der leblosen Körper 225.
Fungurite 315.
Gamaroten 301.
Gabbro 320.

Gadinsöl 307.
Gadolinit 277 327.
Gagat 306.
Gahnit 273 280.
Gaimey calamine) 277 313.
Gang, Definition 277.
Gartnerite 318.
Gas, kohlensaures 309.
— schwefelsaures 293.
Gattungen, in mineralogische 271.
Gehlenit 284.
Geoden 245
Geruch und Geschmack der Mineralien 306.
Geset der Symmetrie 238.
Gesetze der chemischen Zusammensetzung 266.
Gewicht, specifisches, 257.
Geyser 301
Giobertite 309 314.
Glanz der Mineralien 254.
Glanzeisenstein 284.
Glanzkobalt 303
Glanzkobalt 287.
Glasofen, rother 282
Gleischer 300.
Glimmer, seine Wirkung auf das Licht 252.
— seine Natur 280 323.
Glimmerschiefer 316.
Gneis, Definition 320.
Gold 292.
— seine Anwendung 278.
— graues (s. Tellurier) 296.
— weißes 296.
Goniometer, verschiedene 238.
Görbitbydrat 279.
Granat 324.
— ilmlicher 321.
— orientalischer 321.
Granit, Definition 320.
Graphit 305.
Grau-Braunsteinerz 283.
Grau-Spießglanzerz 292.
Grofsular 276 321.
Grubengas 307.
Grundform 247.
Grün, Riemmann'sches 287.
— Scheel'sches 287.
Grünerde 276 323.
— von Verona 323.
Grünsand 323.
Gyps 294.
Haarsorm 215.
Härte 257.
Hatchetin 307.
Hausmannit 279.
Hauyn 274 325.
Hebenbergit 277 325 326.
Hemitrope 242.
Heulandit 277 322.
Hisingerit 323
Holz, Versteinertes 305.
— verändertes 308.
Holzsinn 285.
Hornblende 327.
Hornstein 267.
Hyacinth 321.
Hyalomelit 316.
Hyrrate, wie man ihre Gegenwart erkennt 261.
Hydrolith 276 322.
Hydrophan 316
Hyposphäre über die Verfeinerung der Krystalle 247.
Jaspis 316.
Jaspopal 316.
Jaspsarter, natürliches 239.
Idokras 321 276.
Inder der Brechung 250.
Indigolith 299.
Individuum, mineralogisches 271.
Infrusiation 245.
Iod, wie man seine Gegenwart erkennt 263.
Iodmagnesium 298.
Iodnatrium 298.
Iodquecksilber 286.
Iodsilber 298.
Iodüre, verschiedene, 275 298.
Iodzink 298.
Iridium, wie man seine Gegenwart erkennt 263.
— mit dem Platinerz gemischt 277.
Iridosmin 273 286.
Irisiren, inneres 255.
Isomorphismus 239 268.
Kalk, Entdeckung seiner Gegenwart 263.
— seine natürlichen Salze 301.
— schwefelsaures 301.
Kalkfeldspath 276 319.
Kalk, Mittel, ihn zu entdecken 265.
— fetter 311.
— flußsaurer 298.
— hydraulischer 311.
— kohlensaurer 309.
— lebendiger 311.
— magerer 311.
— phosphorsaurer 288.
— schwefelsaurer 294.
— ungelöschter 311.
Kalkmergel 310.
Kalkspath 310.
Kalkstein 310.
Kalktuff 310.
Kalkzeolith 321.
Karat, als Gewicht beim Diamantverkauf 302.
Karsunkel 321.
Kermes 316.
Kerstenit 294.
Kieselsäure 315.
Kieselerde 315.
Kieselgalmei 325
Klassen, mineralogische 272.
Knollenstein 317.
Kobalt, Erkennen seiner Gegenwart 263.
— arseniksaurer (Kobaltblüthe) 271 287.
— schwefelsaurer 296.
Kobaltblüthe 287.
Kobaltglanz 287
Kobaltrin 273 287.
Kobaltsies 287.
Kobaltsilber 286.
Kobaltoxyd, arsenikfaures, 287.
Kochsalz 297.
Kohle, magere, 305.
Kohlenblüre 308.
Kohlenschreiber 304.
Kohlenstoff, Entdeckung seiner Gegenwart 262.
— seine verschiedenen Zustände 225.
— Charaktere der verschiedenen Arten 302.
Kohlenwasserstoff 307.
Kohlenwasserstoffsäure 307.
Kote 304.
Körper, belebte und unbelebte 225.
— natürliche und künstliche lebloſe 223
— unbelebte, organischen Ursprungs 226.
— electro-positive 260.
— electro-negative 260.
— feste, metallische 225.
— feste, nicht metallische 225.
— gasförmige 225.
— tropfbarflüssige 225.
Korund 273 280.
Kräuterzeichnungen 214.
Kreide, ihre Stellung im Flözgebirge 282 310
Kreide, Bitumener 325.
— weiße 310.
Kreuzstein von der Bretagne 243.
Kronen 254.
Krystall 299.
Krystall, Bigriff 229.
— ihre Eintheilung in sechs Gruppen 233.
Krystalle, ihre Gruppirungen 241.
— Systemveränderung 240.
— Ursachen ihrer Variation in jedem System 240.
— Veränderungen an denselben 229.
Krystalle, wie man dieselben studiren soll 228.
Krystalle, die aus ihrer Form gekommen und unbestimmt geworden sind 242
Krystalle mit einer oder zwei Refractionsaxen 252.
Krystalle, adgeleitete oder secundäre 247.
Krystalle, anziehende und abstoßende 253
— ihre Gesetze 247.
Krystallisiren 317.
Krystallgruppen 233.
Krystallisations-system 233.
Krystallwinkel, das Messen derselben 228.
Kugelgranit von Corsika 324.
Kugelporphyr von Corsika 321.
Kupfer 279
— wie man seine Gegenwart erkennt 263.
Kupfer, arsenikfaures 287 274.
— graues 292.
— phosphorsaures 287 274.
Kupferglanz 292.
Kupferglanz 292.
Kupferkies 292.
Kupfersalze 314.
Kupfervitriol 273.
— kohlensaure (Malachit und Kupferlasur) 314.
— schwefelsaure 296.
Labrador 319.
— seine Farben 255.
Labradorfeldspath 319.
Lager, Definition 277.
Lapis-Lazuli 324.
Lasurstein 324
Laugensalz, mineralisches, 314.
Laumonit 276 322.
Laven 282
Lawinen 300.
Lepidolith 324.
Leuerkies 291.
Leveropal 316.
Lepidolith 323 324.
Lignit 305.
Limonit 282 273.
Lithion, wie man seine Gegenwart entdeckt 264.
— Substanzen, aus denen man dasselbe hauptsächlich ausgiebt 319
Lithohyr 260.
Ludus Helmontii 216.
Magnesia, Mittel, ihre Gegenwart zu erkennen 263.
— borsaure 314.
— kohlensaure, oder Giobertit 309 314.
— schwefelsaure 296.
Magnesit 277 325.
Magneteisen 273 279.
Magneteisenerz 283.
Magnetismus 256.
Magnetkies 291.
Malachit 314.
Mandelstein 317.
Mangan, Erkennen seiner Gegenwart 263
— seine Oxyde 273 283
— phosphorsaures 274 288
Manganate, verschiedene, 273.
Manganblende 274.
Mangansuperoxyd 273 283.
Manganit 273 283.
Manganhydrat 279.
Manganspath (Rieselmangan) 276.
Marcasit 321.
Markasit 291.
Marmolith 326.
Marmor 314.
— seine verschiedenen Arten 312.
Marmor von Barbiglio 295.
— von Bergamo 295.
Meerschaum 325.
Melanit 276 321.
Melanhyr 320.
Mellit 317.
Mennige 264 273.
Mergel 310.
— Analyse desselben 264.
Meteorpp 276 322.
Messing 290.
Meteoreisen 284
Meteorsteine 284.
Miargyrit 293
Mimetèsen 273 287.
Mineralien, Definition 226.
— ihre Analyse 264.
— ihre chemische Untersuchung 260.
— ihre Eintheilung 270.
Mineralien, ihre physikalischen Eigenschaften 227.
— ihre Zusammensetzung 259.
— Beschreibung der wichtigsten Arten betreffend 277.
Min-talwasser 259 296 300 309 314.
Mispickel 273 287.
Mochalstein 316.
Molerine 309.
Molybdän, wie man seine Gegenwart entdeckt 263.
— Verbindungen seiner Säure 273 284.
Molybdänit (Schwefelmolybdän) 291.
Molybdänglanz 291.
Molybdänkies 291.
Molybdänsäure 284.
Monrolite n 330.
Moorerde 316.
Mörtel 311.
Moum 307.
Mühlsteinquarz 316 317.
Muriatenbalsam 307.
Muriasit 294
Namensverzeichniß (Nomenclatur) 272.
Naphtha 307.
Narron, wie seine Gegenwart erkannt wird 264.
— seine Salze 296 297 301 314.
— kohlensaures 314.
— salpetersaures 301.
— salzsaures, oder Chlornatrium 297
— wasserfreies schwefelf. 296.
Natronfeldspath 314.
Natronsalpeter, schwefelf. 296.
Nebenkreise 254.
Nemolit 314.
Nickel, wie man seine Gegenwart erkennt 263.
Nickelerzph, arsenikfaures, oder Nickelocker 274.
— tiefes, oder Pimelith 323.
Nickelkies 287.
Nickelocker 274.
Nierers, krystallinische 244.
— dichte oder einfache 245.
Obsidian 321.
Ocker, rother 282.
— gelber 282.
Octaeder, verschiedene Arten desselben 229.
Oelgasarten 290.
Olivin 325.
Onix 316.
Opal 315.
— seine Farben 255.
Opalrufft 317.
Operment 293.
Organisiren, mineralogische 272.
Orthoklas 319.
Osmium 277.
— wie man seine Gegenwart erkennt 263.
— seine Verbindung mit dem Iridium 286.
Osmyridiumsäure 260.
Oxyde, ihre chemischen Eigenschaften 261.
— des Eisens 274.
— des Mangans 273 283.
— des Zinns 285 273.
Ojokerit 307.
Packung 267.
Parosi (eine silberführende Substanz 279 297 298.
Palladium 264 277.
Paschasus 325.
Paragius, natürliches, 307.
Parallel-pipeden, natürliche, verschiedener Art 229.
Pechkohle 306.
Pechopal 316.
Pegmatit 316.
Pentagonaldodecaeder 239.
Peridot 277 325.
Periklin 319.
Perlstein 320 324
Petolit 276 319.
Petrilit 319.
Pfeifenerde 318.
Phosphate, Charaktere 262.
— verschiedene 273 274 288.
— des Eisens 288.
— des Kalkes 288.

Phosphate, des Kupfers 288.
— des Mangans 288.
— der Thonerde 288.
— des Urans 288.
Phosphorescenz 255.
Phosphorsäure, ihre Verbindungen 273 288.
Pikrolith 306.
Pikromer 277 326.
Pimelith 276 323.
Pittizit 296.
Plasma 277.
Plessit 273 280.
Polarisationswinkel 253.
Polybasit 293.
Polychroismus 253.
Polymorphismus 253.
Porphyr 320.
Porzellanerde 321.
Porzellanit 305.
Preußisch-Blau, natürliches 288.
Preußisch-Roth 282.
Prismen, verschiedener Art 231.
— ihre Gruppirungen 241.
Prototyp 316 320.
Proustit 293.
Psilait 299.
Pyramiden, verschiedener Art 231 232.
Pyrallolith 277 326.
Pyrit 291.
— weißer 291.
Pyrolusit 273 283.
Pyromorphit 273 288.
Pyroxen 326.
Quarz, oder Bergkrystall, ein Beispiel vom rhomboedrischen System 233.
— Anwendung 317.
— Bruchzeichen der 250.
— Charaktere 315.
— dichte Struktur 248.
— doppelte Strahlenbrechung 252 253.
— muscheliger Bruch 249.
— Vorkommen 316.
Querachsen, Ansichten seiner Gegenwart 263.
— seine natürlichen Charaktere 279.
— seine Verbindungen 273 274 275 288.
Querachsenverhältniß 273.
Quellen, gewöhnliche 304.
— warme 306.
Raubgrieß gewisser Mineralien 258.
Rauschgelb, gelbes 293.
— rothes 293.
Rautenoberaxen 230.
Realgar 293.
Reverenzlichtflamme 260.
Refractionsaxe 251.
Reflexbahnen 307.
Rhodium 277.
Rhombenaxen 235.
Rosette 303.
Rothbleierz 284.
Rothbleistein 282.
Rothel 282.
Rothgültigerz 292.
Rubellit 324.
Rubin (oder Korund) 280.
Rubinbalas 280.
Rutil 274 285.
Rhakolith 320.
Saffor 286.
Salmiak 298
Salpeter 301.
— kubischer 304.
Salzsäureerze 298.
Salzsäure 297.
Salzsee 298.
Salzthon 297.
Sandstein, krystallisirter 245
— verschiedene Arten desselben 282
Saphir (Korund) 280.
Sarbonyx 316.
Sassolin 314.
Säuren, verschiedene, ihre Charaktere 261.
Schabasit 276 322.
Schärfe gewisser Mineralien 258.
Scheelit 284.
Scherbitzin 284.
Scheererit 307.
Schichte, Definition 247.
Schiefern 254.
Schillerspath 277 326.
Schlagen mit dem Feuerstahl 217.
Schlammvulkane 308.
Schnee, ewiger 300.
Schörlaß, elektrischer 324.
Schriftgold 296.
Schwarzgültigerz 292.
Schwarzkohle 304.
— verschiedene Arten derselben 304.
Schweiet 288.
— Ansichten i. Gegenwart 262.
— seine Verbindungen 274.
Schwefelantimon 292.
Schwefelantimonsilber 292.
— schwarzes 292.
Schwefelarsenik 293.
— gelber 293
Schwerbleierz 247 290.
Schwerbleistein 291.
— weißes 291.
Schwefelkies 294.
Schwefelkupfer 292.
Schwefelquecksilber 290.
Schwefe quellen 289.
Schwefelsäuren, ihre Verbindungen 275 293.
Schwefelsilber 289
Schwefelwasser (hepatische Wasser) 289
Schwefelwasserstoff 289.
Schwefelwasserstoffgas 289.
Schwerspath 293.
Schwimmwaage 316.
Schwimmen 316.
Seefalz 297.
Seen, Erkennen seiner Gegenwart 262
Seifenstein 296
Selenit 294.
Selenüre, verschiedene 274 296.
Selenkupfer 296.
Selensilber 296.
Serpentin 325 326 377.
— edler 326.
Sicherheitslampe 308.
Sidérétine 274.
Siderochrom (Chromeisen) 273 279.
Siderotin 287.
Sidéroxe 309.
Sideroschiolith 276 323.
Silbererze 292.
Silberglanz 289.
Silikate, ihre Charaktere 362.
— ihre Arten 276 277 318.
Skolezit 276 322.
Smalte 286
Smaragd 276 322.
— orientalischer (s. Korund)280.
Smaragdit 320.
Smaragdmutter 299.
Smirgel 280.
Smithsonit 313.
Soda 314.
Sonnenstein 320.
Spaltbarkeit der Mineralien 247.
Spath, isländischer 309
— seine doppelte Strahlenbrechung 254.
Spatheisenstein 284.
Spereriies 291.
Spes 287.
Speßartin 276 324.
Sphärolith 324.
Sphen 273 285.
Spinell 273 280.
Springquellen 301.
Sprengwasser 301.
Sprödglaserz 292.
Stahl, natürlicher, 284.
Stahlstein 313.
Stalagmiten 214.
Stalaktiten, ihre Bildung 244.
Staurolith 276 318.
Steatit 277 325.
Stein, armenischer 314.
— lithographischer 312.
Steine, wetterkünftige 314.
Steinkohle 304.
Steinkohlenlager, Selbstentzündung der, 305.
Steinöl 307.
Steinsalz 297.
Stickstoff 301.
Strahlenbrechung, einfache 250.
— doppelte 251.
Strahlstein (Actinote) 327.
Straß 302
Stromnit 314.
Strontian, wie seine Gegenwart erkannt wird 263.
— seine natürlichen Verbindungen 314.
Strontianit 314.
Struktur, regelmäßige 247.
— unregelmäßige 248.
Struktur, verschiedene Arten 248.
Succinit 307.
Sulfate, wie man ihre Gegenwart erkennt 262.
— ihre Arten 275 293 296.
Sulfüre, Erkennen ihrer Gegenwart 262.
— ihre Arten 274 289.
Syenit 320.
Sylvanit 296.
Sylvin 298.
Symplesit 298.
Symmetriegesetz 238.
Tabelle der Atomgewichte 270.
Talk 277 325
Tantal und Tantalate, Charaktere 262.
— Arten 273 285.
Tantalsäure 262.
Tellur, Charaktere 262.
— getiegen 274 296.
— seine Verbindungen 274.
Tellurblei 274 296.
Tellursilber 274 296.
Thallit 276 322.
Thatsachen, welche die Grundlage der Krystallographie bilden 229.
Thenardit 296.
Theorie der Atome 266.
Thermen 300.
Thomsonit 322.
Thon 276 318.
Thonerde, wie man ihre Gegenwart erkennt 262 264.
— ihre Verbindungen 273—276 289 319
Thonerdesalze, verschiedene 295.
Thonmergel 310.
Thonschiefer 240
Titan, Titanate, Titanide 262 273 285.
Topas 299.
— gebrannter 299
— orientalischer 280.
Topfstein 326.
Töpfererz 290.
Torf 308
Trachyt 320.
Trapezoeder 235.
Tremolith 277 325 327.
Trichter 243.
Triphan 276 319.
Triplit 273 288.
Tripel, der entzündeten Steinkohlenlager 305.
Tungsten 284.
Türkis 288.
Turmalin 276 324.
— seine Electricität 258.
Tutia 290.
Ultramarin 286 324.
Umbra, kölnische 308.
Unterscheidung, chemische, der Mineralien 2.0.
Uran 284.
— wie man es entdeckt 264.
Uran, seine Verbindungen (Uranide) 273.
Uranit 274
Urao 314
Ursache der Veränderung der Krystalle 2 40
Vanadinbleierz 284.
Vanadinsäure 284.
Varietäten einer mineralogischen Art 272
Varietäte 320.
Vauquelinit 273 284.
Veränderungen, die an den Krystallen vor sich gehen 229.
Verbrennung 242
Vergrößerung der Körper von außen 225.
— der Krystalle von verschiedenen Formen 248.
Verschiedenheit, eigentliche 246.
Versuche, chemische, der Mineralien 260.
Vermuren der Mineralien 259.
Peruvian 322.
Wachsen, begränzte und von innen heraus, der belebten Körper 226.
Wallererde 318.
Wärme und Kalte, erzeugt durch die Mineralien 258.
Wasser 299.
— wie man seine Gegenwart in den Körpern entdeckt 262.
Wasserstoff 299.
Wedderit 296.
Weißnickelkies 273.
Weißstein 320.
Wetter, schlagende 307.
Wismuth 286.
— wie man seine Gegenwart entdeckt 263
— seine Verbindungen 273 320.
Witherit 314.
Wolfram 273 284.
Würfel, Krystallsystem, dem er angehört 234.
Yttria (Yttererde), Charaktere 265.
Zeolith, Sudbam, welche dieselbe einschließt 325.
Zeichen für die Zusammensetzung 267.
— chemische und mineralog. 268.
— krystallographische 247.
Zeolith 322.
Zerspringbarkeit der Mineralien 259.
Zink, Anzeichen seiner Gegenwart 263.
— kieselsaures (oder Kieselgalmei) 326.
— kohlensaures 313.
— schwefelsaures 296.
Zinkblende 290.
Zinkblüthe 314.
Zinkglas 326.
Zinkoxyd 313.
— basisch kohlensaures 313.
— rothes 284.
Zinkspath 313.
Zinn, wie man seine Gegenwart erkennt 263.
— seine Erze (Stannide) 273 285.
Zinnerz 285.
Zinnober 290.
Zinnoxyd 273 285.
Zirkon 327.
Zoisit 276 322.
Zünite, mineralogische 274.
Zusammenbacken, Formen durch, 245.
Zusammensetzung (chemische) der Mineralien 259.
Zusammensetzung, Formen und Struktur durch, 246 245.

Sachregister der Geologie.

Ablagerungen, vulkanische 350.
— vulkanischer Thätigkeit 380.
— durch seine Wasserflut erzeugt 371.
— von Kalk ꝛc. in den Seen 361.
— im Süßwasser und Meer, ihre Beschaffenheit 368.
Abgrund, durch Erdbeben gebildet 336 342.
Abplattung der Erde an ihren Polen 330.
Aetna, von der Ferne gesehen 329 344.
Ammoniten, ihre Arten 396.
— im Muschelkalk 404.
— im Lias 406
— im Dolith 408.
— in der Kreide 414.
Amplexus in der devonischen Formation 398.
Amygdaloide, s. Mandelsteine.
Anbrüche, s. Trachyt.
Anoplotherium im Parisergyps 416.
Anschwemmungen der Flüsse (Delta) 358.
— ältere 407.
— jüngere 424.
— große Baumstämme darin 358.
— organische Ueberreste darin 361.
Anthrazit 398.
Anhanit oder Grünstein 426.
Argilolit und Thonporphyr 397.
Arkose, Modifikationen der Sandsteine 390.
— enthalten fremde Substanzen 397.
— aus Lias 405 407.
Asaphus bezeichnet die ältern Flötzablagerungen 395.
Asche, vulkanische 345.
Asterie bezeichnet gewisse jurassische Schichten 409.
Atlantis untergegangen 337
Atmosphäre, ihre Einwirkung auf die Gesteine 351.
Aufrichtung und Verrückung der Erdschichten 375.
Augitporfestein, eingetretungene 387.
Ausbrüche, vulkanische 339 345.
— untereinische 340 343.
— des Vesuvs im Jahr 79 339
Ausdehnung der Länder und Meere 334.
Ausfüllung der Hauptvogesen 407.
— — im Oxfordthon 409.
Bassons, s. Bergformen.
— deren System 434 435.
Bänke, flache, an den Küsten gebildet 338.
Bären und Hyänen in Höhlen 338.
Basalte, ihr vulkanischer Ursprung 381.
— ihre Einwirkung auf Nebengesteine 383.
— ihre Natur 386.
— ihre verschiedene Alter 427.
Basaltdamm 383.
Basaltdecken 384.
Basaltgänge 382.
Basaltkügel 382.
Basaltablagerungen 381.
Basaltgrotte 384.
Belemniten im Lias 396 407.
— in der Kreide 415.
Berge sind unbeständig in Beziehung auf die Erdkugel 329.
— durch Erdbeben ringeschürzt 337 342
— verändert durch atmosphärische Wirkungen 351.
— — durch Gewässer 372.
— abgenützt auf ihrer Oberfläche 392.
Bergformen 332.
Bergkalk 399.
Biegungen verschiedener Lager 378.
Bimssteine in der Trachytformation 384.
Bimssteintuffe 345.
Bitzy, seine Wirkung auf die Gesteine 352.
Bomben, vulkanische 345.
Böschungen, verschiedene 360.
Bradford clay 407.
Brandung der Meereswogen, ihre Einwirkung auf die Küsten 357.
Braunkohle s. Lignite.
Breccien, Gesteine 397.
— Knochen 424.
Buoh von Java 348.
Calamiten, Pflanzen in der Steinkohlenformation 400.
Calceola in der devonischen Formation 398.
Calcedon, Calchit 426.
Calymene in der silurischen Formation 395.
Cantal, seine Natur 385.
Carol rag 409.
Carmagnole und Crau, ihre Alluvialbildungen 422.
Cementation erklärt die Umwandlung 391.
Cerithienkalk 416.
Cipolin oder Zwiebelmarmor 426.
Chlorwasserstoffsäure erscheint in vulkanischer Thätigkeit 348.
Col, Pyrrte, Thor 333.
Conglomerate 344 387 388.
Coniferen im Kohlensandstein 401.
— — Trias 405.
— — Lias 407.
— — Dolith 408.
— — obern Jurakalk 410.
— — Wälderthon 413.
— — in der Molasse 418.
Coniferenhölzer, deren Struktur 418.
Continenne und Inseln 334.
— ehemalige 374.
Cornbrash 407.
Cupressiten im Kohlensandstein 401.
Crag 420.
Cycadeen im Trias 405.
— — Lias 407.
— — Dolith 408.
— — obern Jurakalk 410.
— — Wälderthon 413.
— — in der Steinkohlenformation 401.
Delta's, ihre Bildung und Vergrößerung 358.
Dichäner, fossile 417 418 421 422.
Diked oder Lavagänge 347.
Dikotyledoneen, Anfang ihrer Ueberreste 415.
Dikotyledonenhölzer, deren Struktur 419.
Diluvium 421.
— dessen Epoche 417.
Dimensionen des Erdkörpers 330.
Dinotherium in der Molasse 418.
Diorit, seine Beschaffenheit 385.
— seine verschiedenen Erscheinungen 427.
Dolomitbildung durch Basalt 383.
— — Trappgesteine 386.
— — Metaphore 387.
— — Granit 387.
Dome, vulkanische 344 346.
Domite im Trachyt 384 426.
Domitgänge 385.
Dünen, ihr Verlauf 352.
Einsenkung vulkanischer Berge 342.
Eintheilung, geologische, von Frankreich 430.
Eisbruch der Seen, ihre Wirkungen 354.
Elephanten, ihre Epoche 418 422 418.
Engpaß oder Defilee 334.
Entblößungen, durch das Wasser erzeugt 353 391.
Equisetaceen im Kohlensandstein 400.
— — Dolith 408
Erdentziehung 329.
Erdbeben 336 364.
Erde, ihr Abgeplattetsein im Raum 329.
— Reiei ihrer festen Theile 331.
— ihre innere Wärme 330.
— ihre mittlere Dichtigkeit 330.
— ihre Zukunft 448.
Erdkörper, dessen Form und Masse 329 364.
Erdrinde, ihre Zusammensetzung 393.
Erhebungen, deren Alter 433.
— — Richtungen 433.
— der Küsten von Cadix 337.
— von Schweden 338.
— und Senkungen, ältere 371.
— haben Thäler gebildet 378.
— wie man sie erkennt 432.
— ihre Systeme 432.
— — deren Karte 433.
— — deren relative Epochen 434.
Erhebungskegel und Erhebungskrater 341.
Erkaltung der Erde, deren erste Wirkung 366.
— der Lava 349.
Erscheinungen, vulkanische 364.
Erzlager, Erzgänge 388.
Euritporphyr 426.
Europa, dessen Zustand in den verschiedenen Bildungsperioden 440.
— sein Zustand in der Steinkohlenepoche 441.
Fahlunen 448.
Farnkraut im Kohlensandstein 400.

Felsarten, durch Schmelzung entstanden 427.
— zusammengesetzte 425.
Felsblöcke, erratische 392 423.
Felsen, gefurchte, geglättete 356.
— durch Wogen veränderte 356 392.
Felsenriffe mitten im Meer 358.
Fische, saurierartige 404.
Fleischfresser in Höhlen 420.
Flöhe, ungeheure, des Mississipi 358.
Flohablagerungen, deren Alter 393 397
— deren Struktur 359.
Flötzschichten durch geschmolzene Substanzen gehoben 364 428.
Flußanschwemmungen 358
— ihre Struktur 360.
deren Beschaffenheit 361 397.
— deren Aehnlichkeit mit denen der neuern Epoche 367.
— deren Charaktere in Süßwasserablagerungen 368.
Flüsse, ihr Gefall 354.
— ihre Verjüngung durch angeschwemmte Trümmer 358.
Forest marble 407
Formation der Basalte 381
— der Trachyte 384
— cambrische, silurische, devonische 398
— der terrain antraxifère 398
— der Uebergangsformation 399
— der Steinkohlen 399
— des Zechsteins 403
— des Vogesensandsteins 403
— des Keuper oder Trias 404
— jurassische, oder Lias 405
— des Oolithsystems 407
— der Oxfordgruppe 408
— des Korallenkalks 409
— des Jurakalks 409
— des Wealdenthons 412
— der untern Kreide 411
— Neocomien 411
— der obern Kreide 414
— Pariser 415
— der Molasse 417
— subapenninische 419
— erratische 423
— der krystallinischen Gebirgsarten 425
Formationen, primitive, secundäre, tertiäre, quaternäre 429
— durch Süßwasser 368
— Meere 368
Fossilien in Süßwasserablagerungen 368
— in Meeresablagerungen 368
— welche Charaktere sie liefern 395
— in der silurischen Formation 398
— in der Steinkohlen — 398
— in der Steinkohlenformation 399 401
— in der Zechsteinformation 403
— in der Triasformation 404
— im Lias 405
— im Hauptoogenstein 407
— in Oxfordgruppen 409
— im Jurakalk 410
— in der untern Kreideformation 411 414
— in der obern — — 415
Frost, seine Einwirkung auf die Gesteine 376
Fumarole, ihre Erklärung 354 367
— Kohlensäure 348
Furchen, Rinnen der Felsen 356 422
Fußstapfen von vierfüßigen Thieren und Vögeln in bunten Sandstein 374
Gabbro 425
Gase, vulkanische 348 349
Gasförmige vulkanische Produkte 348
Gault oder blauer Mergel 413
Gebirgsketten 332
— von Pun 380
Gebirgsknoten 333
Gebirgssysteme 333
Gefall der Bergströme und Flüsse 354
Genuß, ihr Uebereinstimmung mit den geologischen Thatsachen 449
Gregonie 449
Geologie von Frankreich 429
Gerölle, Geschiebe, ihre Formation 355
Gesteine, an der Oberfläche verändert 351
— glasartige, im Trachyt 385
— durch Schmelzung entstanden 386
— krystallinische 425
Gewässer, brennbare, ihre Wirkungen 353 365
— ihre Ablagerungen 358 365
Geyser von Island 351
Glatte, Abgeschliffenheit der Felsen 356 422
Gletscher und Eisschollen entführen Felsblöcke 355 423
Gneiß, Zusammensetzung, Uebergang 425
Granit, sein Ursprung und seine Natur 387
— sein Zerfall 351
— sein Eindringen in verschiedene Felsarten 387
— seine verschiedenen Erscheinungen 389
Granitgänge 387
Grauwacke 397
Great oolith 407
Greifen 425
Grotten, s. Höhlen.
Grünsand 413
Grünstein oder Diorit, Aphanit 425.
Grünsteinporphyr 426
Gryphiten, verschiedene Arten, bezeichnen jurassische Lager 405 407 409
Gryphitenkalk 403 405
Gyps von Paris 416
— von Aix 419
Hauptoogenstein 407
Herkulanum und Pompei unter Bimssteintrümmern begraben 349
Hippuriten bezeichnen die Kreideformation in den Pyrenäen 411
Hochebenen 334
— von Tibet 334
— von Mexiko und Quito 334
Höhlen, ihr Ursprung 379
— enthalten Knochen 420
Hyalomicte, Felsart aus Quarz und Glimmer bestehend 425
Hyperit, Felsart aus Labradorfelspath und Hypersten bestehend 425
Ichthyosaurus 406
Inseln, vulkanische, ihre Bildung und Form 343
— Reste vormaliger Continente 374
Jorullo, sein Ausbruch 339
Isotherme Linien 335
Island, seine Lavadecken 346
Jurakalk 347
Kalk von Limagne 368
— — Paris 373
— erzführender Kohlenkalk 399
Kalkformation, deren Erhebungskrater 376
Kalksteine, umgewandelt 387
Kalktuffe, ihre Bildung 359
Kälte, die ehemalige, war nicht so streng in unsern Klimaten 367
Karte der Steinkohlen in graureich 402
— der Juraformation in Frankreich 410
— geologische von Frankreich 430
— der Erhebungen 433
— der Richtung der Hauptgebirgsketten 439
— von Europa, während der Steinkohlenperiode 441
— — — — — — jurassischen Periode 444
— — — — — — Kreideperiode 445
— — — — — — Pariserperiode 446
Katastrophen des Erdkörpers 431
Kegel, vulkanische 340
Keuper 404
Kieselerde, Tuffe der Geyser in Island 359
Kieselkalk 416
Kimmeridge clay 409
Klimate, verschiedene 335
— ältere, ihre Veränderung 366
— die Ursache ihrer Veränderung 367
Klingstein, der neuesten Gebilde des Bodens 385
— seine Beschaffenheit 426
Knochen f. Saugethiere und Ueberreste.
Kohlenlager, ihr Ursprung 370
Kohlensandstein 400
Korallen- und Madreporenriffe 362
— mehrere gehoben worden 362
— haben sich in die Tropen zurückgezogen 366
Korallenkalk 408
Kraft, vulkanische 349
Krater, das Innere der vulkanischen 344
— in verschiedenen Formationen 376
Kraterseen 342 374
Kreide, grüne oder chloritische 413
Kreideformation, untere 411
— obere 414
— deren Ausbehnung 415
Kupferschiefer 403
Kuppe oder Ballon 332
Küsten, gehobene oder gesenkte 347
— ihre Veränderungen durch die Wogen 356
Lager, metallführende 388
Lava, deren unaufhörliches Aufwallen im Stromboli 344
— in aufgerichteten Decken in Island 346
— wie sie auf Abhängen anhält 346
— ihr Charakter in Beziehung auf die Art wie sie angehalten hat 347
— in Gängen oder Diken 347
— ihr entweichendes Gas 349
— ihre Beschaffenheit 349
— alte, ihre Kennzeichen 380
Lavadecken 348
Lavagänge 347
Lavaströme, ihre Formen 346
Loven, seine besonderen Gebirgskarten 426
Lyas, seine Beschaffenheit und Lager 405
Lignite, auf dieselbe Weise gebildet wie die Steinkohle 371
— in der jurassischen Formation 407 410
— in der Kreide 413
— in der Pariserformation 415
— in der Molasseformation 418
— in der subapenninischen Formation 420
Linien, gerade einander genelgte in den Jurabergen 377
— gerneigte 375
— isotherme 335
Löß am Rhein 422
Luft und Wasser, deren Wirkungen 364
Luftvulkane 350
Lycopodiaceen in der Steinkohlenformation 401
Madreporenriff 362

Madreporenriffe, wie sie sich bilden 362
Magneteisenstein 403
Mammuth s. Elephanten und Mastodonten.
Mandelsteine, basaltische 385 390 426
Marmor, flandrischer 399
Marmorart, durch Einsprengung entstanden 387
Mastodonten 418
Meer, seine relative Ausdehnung auf der Erde 331
— seine Tiefe 334
— seine Bewegung in Erdbeben 337
— dessen Unveränderlichkeit im Niveau 357
— seine Einwirkung auf die Küsten 356
— das kaspische und zukünftige, durch Einsenkung des Bodens entstanden 374
— und Seen der Steinkohlenperiode 441
— der jurassischen Epoche 443
— der Kreideperiode 445
— der Pariserepoche 446
Meeresablagerungen, deren Struktur 360
— deren Beschaffenheit 369
Megatherium 422
Melaphyre, ihr Erscheinen 387
— ihre Natur 426
— ihre verschiedenen Arten 427
Mensch, sein Erscheinen auf der Erde 445
— seine Ueberreste, s. Ueberreste.
Mergel, bunter 404
— bläuer 413
Metamorphismus 389 428
Miliolites 416
Molasse, seine Beschaffenheit 397
— eine besondere Formation 417
Monokotyledonen in der Pariserformation 445
— in der Molasseformation 419
Mont-Dore, seine Beschaffenheit 385
Monte-Nuovo, seine Bildung 369
Moräne, ihre Beschaffenheit 355
— — ihr ertratischen Ablagerungen wenig ähnlich 360
Mossastrus, s. Thier von Maestricht
Moya von Peru 348
Mühlsteinquarz, muschelführender 417
— — muscheliger 416
Muschelablagerungen auf Hohen 371
Muschelkalk 404
Muschelkreide 413
Muscheln, fossile, charakterisiren die Ablagerungen 395
— — der Süßwasserablagerungen 368
— — des Bergkalks 399
— — des Kohlenlandkalks 371 401
— — der Zechsteinformation 403
— — des Muschelkalks 404
— — des Lias 405
— — des Hauptoolithen 407
— — des Oxfordthons 409
— — des Korallenkalks 409
— — des obern Jurakalks 410
— — der untern Kreideformation 411 413
— — der obern Kreideformation 415
— — der Pariserformation 446
— — der Molasseformation 417
— — der subapennischen Formation 420
Nagelfluh 419
Nager und Wiederkäuer in Höhlen 421
Nautenspecies 334
Neocomien 411
Nerineen in jurassischen Schichten 409
Niveau des Meeres, seine Unveränderlichkeit 357
Nummuliten in der Kreideformation 444
Oberfläche der Erde 331
Obsidian, der neuern Vulkane 349
— im Trachyt 384
Oesar, erratische Trümmer in Schweden 424
Oolith, seine Fossilien 407
Ophit, Ophicalcit 426
Orientirung der hauptsächlichsten Erhebungen 433
Oxfordthon, **Oxford clay** 408
Paleotherium 417 418
Palmenbäger 445
— in der Molasseformation, ihre Struktur 419
Pariserformation 445
Paß oder Sattel 333
Pegmatite, Art Granit 425
Perlstein in der Trachytformation 384
Pflanzenreste in der Steinkohlenablagerung 400 442
— — — Triasformation 405 433
— — — jurassischen Formation 408 445
— — — Kreideformation 413 445
— — — Pariserformation 415 446
— — — Molasseformation 418 447
— — — subapennischen Formation 420
— — — brawischen Epoche 448
Pforte, Thor 333
Phonolithe oder Klingstein, in Basalt- und Trachytlagern 384
Pic oder Pun 332
Plateau s. Hochebene.
Plesiosaurus 406
Plänerkalk 413
Porphyre, ihr Ursprung 387
Porphyre, trachytartige 384
— durch Umwandlungen entstanden 390
— ihre verschiedenen Arten 427
— eingerungene 387
Porphyrgänge 387
Pozzolana oder Pozzolane 345
Prehnite, vulkanische 349
Protogyne, Abyngranit 425
Pterodactiles 406
Putzruggiane, ihre Beschaffenheit 397
Pyrdenkalk 413
Puy-de-Dome, seine Natur 385
Quarzfelsen oder Quarzit 397
Quarzporphyre 426
Quarzsandstein, s. Lias und Kreide.
Quellen durch Erdbeben entstanden oder vertrocknet 347
— — springende 351
— — warme, deren Erklärung 367
Rapilli oder Lapilli 345
Rauch und Asche, vulkanische 345
Reptilien im bituminösen Schiefer 403
— im Lias 406 444
— in der Kreide 415
Retinit begleitet den Perlstein 387
Riesenpflanzen oder Riesenstämme 383
Riffe, s. Korallen- und Madreporenriffe.
Rücken oder Wechsel 335
Rungeln auf der Erdoberfläche 367
Salze 350
Sand durch kalkhaltiges Wasser festgemacht 359
Sandablagerungen, ihr Alter 422
Sandsteine, seine verschiedenen Arten 397
— bunter 404
— grüner 413
— alter rother 398
— neuer rother 403
— von Fontainebleau 417
Santorin 340 343
Saugethiere in der jurassischen Epoche 408
— in der Kreideformation 415
— in der Pariserformation 417
— in der Molasseformation 418
— in Höhlen 420
— im ältesten Schwemmland 422
— in Sibirien 422
Saurier, in bituminösen Schiefern 403
— im Lias 406 444
Schichten, geneigte 344 375
Schichtung, ihre Beschaffenheit 361
— ihre verschiedenen Arten 394
— falsche 395
Schiefer, bituminöse 402
— — deren Bergung 377 395
Schiefergesteine, eingedrungene 387
Schladenlegel 344
Schlammausbruch auf Java 348
— in Peru 148
Schlammschicht von Portland 366
Schlammströme, deren Verwüstungen 354
— — haben erratische Blöcke fortgetragen 423
Schlammvulkane, Luftvulkane 350
Schwankung des Bodens 337
Schwarzkohle, s. Steinkohle
Schwefelsäure erscheint erst am Ende vulkanischer Thätigkeit 348
Schwere, deren Begriff 329
See, durch plötzliche Einsenkungen entstanden 337 342
Senkungen, durch Erdbeben entstanden 337
— von Grönland 338
— vulkanischer Berge 342
— an verschiedenen Orten 373
— ältere 370
— des kaspischen Meeres 374
Sexapistempel 372
Serpentine, ihr Ursprung 387
— ihre verschiedenen Alter 364
Serpentingänge 387
Solfataren, ihre Beschaffenheit 345
— erloschenen, entweicht Kohlensäure 348
Somma, vor dem Vesuv gebilder 339
Sommer und Winter verschiedener Länder 335
Spalten, durch Erdbeben gebildet 336
Spreißere im Bergkalk oder Kohlenkalk 400
— — Zechstein 403
— — Lias 406
Stassa, seine Grotte 384
Steinkohlen, ihre Ausdehnung 402
— im Trapp 386
— von Porphyr durchdrungen 387
Steinkohlenablagerungen in Frankreich 402 441
Steinkohlenformation 399
Steinkohlenlager bilden sich wie die Vorlager 370
— ihre Verwerfungen 375
— ihre Biegungen 378
Steinlawinen 351
Strecken der Alpen 356 422
Strombolt, sein Krater in immerwährender Thätigkeit 344
— — hohes Alter 350
Struktur der Flötzablagerungen 359

Sündfluch, deren Uebereinstimmung mit den Thatsachen der Geologie 448
Cement, zusammengesetzte Kelsart 425
System der Erhebungen 434
— deren relative Epochen 434
Tabelle der Erdschichten 393
Temperatur, mittlere, verschiedener Länder 345
— — war ehedem höher in unsern Klimaten 367
Terebratula in der devonischen Formation 399
— — im Oolith 407
— — im Oxfordthon 409
— — im obern Jurakalk 410
— — in der Kreide 414 413
Thäler, geschlossene, Erhebungsthäler 377
— — ihre Formen 433
— — ihre Entstehung 378
— — Gebirgsvermöge im Jura 377
— — ihre Bildung durch Trennung der Schichten 378
Thalsohle oder Thalweg 334
Thermen oder warme Quellen 367
Thier von Maestricht 415
— — Paraguay, s. Megatherium.
Thiere im silurischen System 398
— in der Steinkohlenformation 399
— — — Trapformation 404 405
— — — muschelichen Formationen 406 414
— — — unteren Kreideformation 411 446
— — — Pariserformation 416 446
— — — Molassenformation 447 447
— — — tubercumischen Formation 420 447
— — — diluvischen Epoche 421 448
Thon in Jaspis umgebildet 388
— Londonerer 417
— von Orsord 408
— plastischer 415
— von Kimmeridge 409
— und Mergel 497
Thonporphyr 426
Tiefebenen 334
Tiefenkarte, hydrische 407
Tond-stone und Wind-stone, s. Trapp.
Todtliegendes, rothes 403
Torflager, deren Bildung 363 424
— als Beispiel für Bildung der Steinkohlenflotze 370
Trachyt der neuern Vulkane 349
— seine Beschaffenheit und Alter 426 427
Trachytberge 364
Trachytdecken 360
Trachytgänge 360
Trapp, seine Beschaffenheit und Alter 426
Trappgänge 422
Trappgesteine 385
Travertino 368
Trias oder Keuper 404
Trigonia im Muschelkalk 404
— im Lias 406
— in der Kreide 411
Trockniten, die Charaktere, die sie liefern 394 398
Trümmerablagerungen durch die Gewässer 358 359
— — ihre Struktur, ihre Beschaffenheit 359 361
Uebergangsformation 399
Uebergangsgebirge 429
Ueberreste, vegetabilische 358
— organische 361
Ueberreste, organische, ihre Bezeichnungen in den älteren Schichten 395
— — der Industrie in den neuesten Schichten 372
— — menschliche, auf Guadeloupe 361
— — muschelliche, in Höhlen 421
— — in Sibirien 422
Uier, ihre täglichen Veränderungen 356
— gehobene 422 424
Urbrung der Thäler 378
— — — Höhlen 379
— — — Basalte 384
— — — Trachyte 384
— — — Trappgesteine 385
— — — Porphyre 386
— — — Granite 387
Urthonschiefer 426
Va. del Soer, durch Einsenkung entstanden 374
Varietät oder Barietäten 426
Vegetabilien durch Flüsse fortgeführt 358
— — stehende, in brennbaren Lagern 366
— — fossile, s. Pflanzenreiche.
Velan, seine vulkanischen Produkte 380
Verrückungen der Lager durch Hebungen 375
Versteinerungen verweiser Länder 358
Versinken, gewaltsames, des Bodens 342
Vesuv, der jetzige und der ältere 339
Verwitterung der Gebirge an der Erdoberfläche 344
Vivarais, seine vulkanischen Produkte 380
— — sein Basaltraum 381
Vögel, ihre Fußeindrücke im bunten Sandstein 373
Vogelcinlandstein 403
Vulkan, dessen Dimention 340
— — seine erste Erhabenheit 341
Vulkane in der Auvergne 380
— — auf Java 348
— — unterirdische 340 343
— — dessen Bildungsepochen 344
— — ihre gasvermigen Produkte 348
— — ihre festen Produkte 349
— — deren Kraftaußerung 349
— — thätige 350
— — erloschene 350
Wälder in Torflagern 363
— — in Kalk- und Steinkohlenlagern 366
— — untergegangene 374
Wealdenthon (Weald clay) 413
Wärme, ihre Verbreitung auf der Erdoberfläche 335
— — in unsern Klimaten ehedem stärker 367
— — ihre Zunahme von der Oberfläche nach dem Innern der Erde 330
— — im Innern der Erde 330
— — deren Folgen 365
Wärmeinien 335
Wasserwärme, mittle, ihre Verwüstungen 354
Wasser, seine Einwirkung auf die Erdoberfläche 352 379
Wasserfälle (Cascaden, Cataracten) 344
— — ihre Einwirkung auf die Gesteine 353
Wasserscheide, Kamm, Grat 333
Wetzstein, Gestein aus Feldspath und Glimmer 425
Windstein der Erdebungen 434
Windstone, s. Trapp.
Winter, strenge, von verschiedenen Ländern 335
Zähne, Horner, Rodenn 392
Zechstein 403

III.

Botanik.

Von

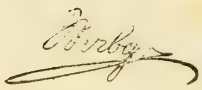
Adrian von Jussieu,

Mitglied des Instituts, Professor am naturhistorischen Museum, Rath der wissenschaftlichen Fakultät von Paris u. s. w.

Aus dem Französischen

von

Professor G. Kißling.



Botanik.

§. 1. Die Botanik ist die Wissenschaft, welche von den Pflanzen handelt.

In den vorläufigen Begriffen, welche zu Anfang der Zoologie gegeben worden sind, hat man die Hauptmerkmale, wodurch sich die Pflanzen von den Thieren unterscheiden, angegeben, und aus ihrer Vergleichung eine allgemeine Definition für beide abgeleitet. Wir wollen sie hier ganz kurz wiederholen: Die Thiere sind Körper, welche Nahrung zu sich nehmen, sich fortpflanzen, empfinden und sich bewegen. Die Pflanzen sind Körper, die sich ernähren und sich fortpflanzen können, aber weder empfinden, noch sich willkürlich bewegen. Eine strengere Definition der Pflanze möchte wohl zu Anfang dieses Buches nicht recht verstanden werden; sie soll aus allen Begriffen, welche in demselben entwickelt werden, hervorgehen und ihnen gewissermaßen zum Schlusse dienen.

Mit dem Worte Pflanze verbindet man im Allgemeinen die Vorstellung eines Baumes oder eines Krautes, und wir können uns im Anfange mit diesem alltäglichen Begriffe begnügen. Diese Pflanze hat gewöhnlich Wurzeln, einen Stamm und Aeste, Blätter, Blüten und später Früchte und Samen. Dies weiß nun Jedermann, und diejenigen, welche sich etwas weniger oberflächlich mit derselben abgegeben haben, wissen überdies noch, daß diese Theile, die Blüten zum Beispiele, selbst wieder aus mehreren kleineren Theilen bestehen.

Wenn man nun auch diese zerlegt und sodann durch eine Reihe immer genauerer Zerlegungen auch diejenige in noch kleinere Theile zu theilen sucht, zu welchen man bereits gelangt ist, so kommt man endlich auf solche Theile, welche sich durchaus nicht mehr zerlegen lassen. Man muß sie als die Elemente des Körpers betrachten, den man untersucht, und man gibt ihnen den Namen Elementarorgane oder einfache Organe. Die Theile, welche aus der Vereinigung dieser einfachen Organe entspringen, selbst wieder ein deutlich begränztes Ganzes bilden und zu Verrichtung irgend einer Lebensthätigkeit, irgend eines Dienstes beitragen, werden zusammengesetzte Organe genannt.

Elementarorgane oder einfache Organe.

§. 2. Die einfachen Organe, als das letzte Glied unserer Analyse, dürfen aber nicht als solche schlechterdings angenommen werden, da sich ja unser Geist keinen Körper ohne Theile denken kann. Wir müssen aber bei der Gränze stehen bleiben, jenseits welcher uns unsere Sinne, wenn sie auch mit den kräftigsten Hülfsmitteln der Wissenschaft und der Kunst unterstützt werden, nichts Deutliches und Zuverlässiges mehr zeigen, und wo das Gebiet der Hypothesen anfängt. Diese Gränze ist ohnedies schon durch die Vervollkommnung der Methoden und der Beobachtungswerkzeuge, besonders des Mikroskops, sehr weit hinausgerückt worden. *

Wenn man vermittelst derselben irgend einen Theil einer Pflanze untersucht, so sieht man, daß er, wenn man auf den höchsten Grad der Theilung gekommen ist, aus einer Menge von Höhlen von verschiedener Gestalt und Größe besteht. Die einen umgibt eine Wand, die ihnen, wie z. B. ein Sack, eigenthümlich ist; die andern sind nur die Zwischenräume der erstern, die leeren Räume, welche diese neben einander liegenden Säcke überall da zwischen sich bilden, wo sich ihre Wände nicht unmittelbar berühren.

Man kann die Gestalt, welche diese Säcke oder Höhlen mit eigenen Wänden annehmen, auf drei Hauptmodifikationen zurückführen. Bald sind sie nach allen Richtungen hin fast ganz gleich ausgedehnt, oder sie haben wenigstens keine Richtung, nach welcher hin sie sich mehr verlängern, als nach einer andern. Die Säckchen, welche diese Gestalt annehmen, werden Zellen genannt (Fig. 1).

Fig. 1.

Bald verlängern sie sich in einer Richtung, nach welcher ihr Durchmesser den Querdurchmesser einige Male enthält. Sie laufen alsdann in den meisten Fällen an ihren beiden Enden spitzig zu; sind sie kurz, so gleichen sie der Gestalt nach einer Spindel, was auch Dutrochet veranlaßte, sie Clostres (von dem griechischen Worte κλωστήρ, Holzspegel) zu nennen (Fig. 2). Sind sie länger, so sind es Röhren, die an ihren beiden Endpunkten in eine Spitze auslaufen. Da diese den größten Theil des Holzes bilden und man ihnen in diesem Falle gewöhnlich den Namen Holzfasern gibt, so wollen wir sie auch mit dem Gattungsnamen Fasern bezeichnen (Fig. 3).

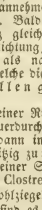


Fig. 2. 3. 4.

Endlich können diese Säckchen auch in Gestalt von ziemlich langen Röhren vorkommen, so daß ihre beiden Endpunkte sehr weit von einander abstehen und daß das Auge in dem Gesichtsfelde eines Mikroskops höchstens nur einen auf einmal wahrnehmen kann. Man nennt sie alsdann Gefäße (Fig. 4).

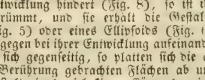
Unter diesen drei Abstufungen, Zellen, Fasern, Gefäßen, finden keine scharfgezo-

* Ohne Beihilfe des Mikroskops können die Theile, mit denen wir uns gleich anfangs zu beschäftigen haben, nicht recht deutlich gesehen werden, und wir bedauern es daher recht lebhaft, daß die ersten Begriffe, die wir zu geben haben, nicht von den unbewaffneten Augen der Zöglinge untersucht werden können. Es ist also unbedingt nothwendig, daß der Lehrer, der mit dem Gebrauche der Instrumente und der Beschaffenheit der Gewebe vertraut ist, ihnen die vorzüglichsten Modifikationen derselben unter dem Mikroskope zeige, und sie zu gleicher Zeit von dem, was sie sehen, Rechenschaft ablegen lasse. Darum haben wir auch immer so viel als möglich unsere Beispiele aus den alltäglichen Pflanzen, die man sich leicht verschaffen kann, genommen.

genen Gränzen Statt. Die Fasern können sich hinlänglich verkürzen, um den Namen Zellen zu erhalten, oder sich hinlänglich verlängern, um Gefäße zu heißen; eine Verwirrung, die übrigens keine großen Nachtheile mit sich führt, da wir ja im Grunde immer nur mit einer und derselben nur verschieden modificirten Klasse von Organen zu thun haben. Wir wollen jetzt nach der Reihe jede von diesen Formen und die Nebenmodifikationen, deren jede selbst wieder fähig ist, genau untersuchen.

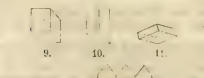
Zellen.

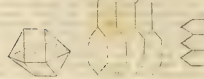
§. 3. Wenn die Zellen nicht aneinander gepreßt sind und sich in ihrem ganzen Umfange auf eine gleiche Weise entwickeln, ohne nach irgend einer Richtung hin auf ein Hinderniß zu stoßen, das sie in ihrer Entwicklung hindert (Fig. 8), so ist ihre Oberfläche gekrümmt, und sie erhält die Gestalt einer Kugel (Fig. 5) oder eines Ellipsoids (Fig. 6). Stoßen sie hingegen bei ihrer Entwicklung aufeinander und drücken sie sich gegenseitig, so platten sich die auf diese Weise in Berührung gebrachten Flächen ab und nehmen die Gestalt eines vieleckigen Körpers, eines Polyeders, an (Fig. 7). In diesem Falle hat ihnen ihr äußeres


5. 6. 7. 8.

Aussehen, das an die Zellen in einem Bienenkorbe erinnert (Fig. 14 u. 15), den Namen Zellen verschafft. Das Gewebe, das aus ihrer Vereinigung entsteht, wird Zellgewebe oder Parenchym genannt. Einige Schriftsteller waren der Meinung, daß man diesen letztern Namen dem dichten Gewebe, bei welchem die Zellen die winklige oder polyedrische Gestalt (Fig. 7) haben, geben, und das lockere Gewebe, das durch die Vereinigung der sphärischen oder ellipsoidförmigen Zellen entstanden ist, Merenchym heißen solle (Fig. 8).

Die gewöhnlichsten Formen der polyedrischen Zellen sind folgende: 1) Der Kubus oder der Würfel (Fig. 9); 2) die prismatische, vierflachige Säule, bei welcher die Höhe die andern Dimensionen übersteigt (Fig. 10); 3) die tafelförmige Gestalt, d. h. die Gestalt eines Prisma, dessen Höhe den andern Dimensionen nicht gleichkommt (Fig. 11); 4) das Dodecaeder (Fig. 12 u. 13). Ohne die Zellen einzeln oder isolirt dargestellt zu sehen, kann man bis auf einen gewissen Punkt hin ihre Gestalt durch eine vergleichende Betrachtung ihrer Horizontal- und Vertikaldurchschnitte errathen. Bedarf es einer Erklärung, warum die kubischen Zellen, die entweder horizontal oder vertikal


9. 10. 11. 12.


13. 14. 15.

geschnitten werden, immer gleiche Quadrate geben, warum das Dodecaeder (Fig. 12 u. 13) nach einer Richtung hin ein Quadrat und nach der entgegengesetzten ein Sechseck gibt (Fig. 14 u. 15) ꝛc. ꝛc.?

Man darf übrigens nicht glauben, daß diese Figuren die strenge Regelmäßigkeit der geometrischen Figuren besitzen, mit denen man sie vergleicht. Da fehlt im Allgemeinen viel dazu. Die Winkel stumpfen sich ab; die Seiten eines und desselben Quadrats sind nicht vollkommen gleich, die Linien sind nicht ganz gerade, daher rührt es auch zum Theil, daß, weil man eine Regelmäßigkeit, die sich nicht in der Natur vorfindet, darstellte, die meisten Figuren der Pflanzenanatomie, die ehemals herausgegeben wurden, durchaus keine Aehnlichkeit haben.

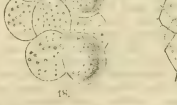
Die Zellen können auch an einem Theile ihrer Oberfläche gekrümmt und an dem andern eben sein. Diese Verbindung kann sich mit Regelmäßigkeit vereinen; z. B. in der Gestalt eines cylindrischen Säulenstücks (Fig. 16, a), einer Tonne (b).

Sie können endlich auch ästig sein, d. h. sie können sich zu gleicher Zeit an mehreren Punkten ihrer Oberfläche und in verschiedenen Richtungen verlängern. Am Ende dieser Verlängerungen stoßen alsdann die Zellen gewöhnlich aneinander und meistens sind sie auch sehr unregelmäßig (Fig. 17). Ein gewisser Grad von Regelmäßigkeit kann sich jedoch mit dieser Modifikation vereinigen; so bilden sie bisweilen Sterne, Stücke ausgekehlter Säulen u. s. w.

§. 4. Es ist begreiflich, daß, wenn bei den dichten Geweben die Zellen dadurch genau aneinander schließen, daß sie sich in ebenen Flächen berühren, zwischen ihnen keine Leere stattfinden kann (Fig. 7 u. 19). Bei

16.

17.



18. 19.

den lockern Geweben hingegen müssen da, wo sich ihre gekrümmten Oberflächen nur in einer kleinen Anzahl von Punkten berühren, mehr oder minder bedeutende Zwischenräume zwischen ihnen vorkommen (Fig. 8 u. 18); man nennt diese Zwischenräume Zwischenzellengänge (Fig. 18, m). Sie finden sich übrigens in den meisten Geweben, weil die Zusammenfügung der Theile wegen jenes geringen Grades von Unregelmäßigkeit, den wir als eine allgemeine Erscheinung kennen gelernt haben, nicht vollkommen

17. Aeußere Zellen an der Gartenbohne (Vicia faba); — b Vertiefungen.

18. Lockeres Zellgewebe oder Merenchym an einem jungen Hauswurzblatte (Sempervivum tectorum); — m Zwischenzellengänge.

19. Zellgewebe des Holundermarks (Sambucus nigra). Die Zellen sind punktirt wie in der vordergehenden Figur.

genau ist; diese Zwischenräume sind aber um so geringer, je dichter das Gewebe ist.

Zwischen den ästigen Zellen, die sich an den Enden ihrer, von einem gemeinschaftlichen Mittelpunkte ausgehenden Verlängerungen berühren, nehmen diese Gänge nothwendig einen weit größeren Raum ein und erhalten in diesem Falle den Namen **Vertiefungen** (Fig. 17, 18).

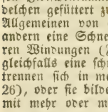
20

Diesen Namen gibt man im Allgemeinen jedem etwas beträchtlichen Zwischenraume, der sich zwischen mehreren Zellen befindet, und die ihn umgebenden Zellen zu Wänden hat. Die Vertiefungen zeigen oft eine große Regelmäßigkeit, wenn man sie entweder an und für sich, oder in ihrer relativen Lage zu einander betrachtet (Fig. 20).

§. 5. Die Zellen können ohne wahrnehmbare Ordnung in Beziehung auf einander vorkommen, und dies ist besonders der Fall, wenn sie ihrer Gestalt nach unregelmäßig und ihren Dimensionen nach ungleich sind. Sind sie aber regelmäßig und gleich, so läßt sich auch eine gewisse Regelmäßigkeit in ihrer Zusammenstellung wahrnehmen, und man sieht sie oft hinter einander in geradlinigten, entweder horizontalen oder vertikalen Reihen liegen. Die Zellen zweier benachbarten, einander berührenden Reihen können alsdann entgegengesetzt, d. h. von gleicher Höhe (Fig. 21) oder auch wohl wechselsweise stehend, d. h. von verschiedener Höhe sein, so daß die Mitte der Zellen einer Reihe fast immer auf die Endflächen der Zellen der benachbarten Reihen fällt (Fig. 22). Diese letztere Zusammenfügung findet fast nothwendigerweise statt, wenn sie in der Mitte weiter als an ihren Enden sind; bei der dodecaedrischen Form z. B. (Fig. 14 und 15).

21. 22.

§. 6. Die Wände der Zellen haben nicht immer das nämliche äußerliche Ansehen. Bald scheinen sie aus einer glatten und vollkommen gleichartigen Haut gebildet zu sein (Fig. 5, 6), bald ist diese Haut mit einer mehr oder weniger großen Anzahl kleiner Punkte (Fig. 23) oder mit kurzen auer oder schief laufenden Linien gezeichnet (Fig. 24), bald scheint sie in gewissen Zwischenräumen mit kleinen Fädchen oder Bändelchen gefüttert zu sein; diese Fäden beschreiben im Allgemeinen von einem Endpunkt der Zelle bis zum andern eine Schneckenlinie mit größeren oder kleineren Windungen (Fig. 25); diese Bändelchen haben gleichfalls eine schneckenlinienartige Richtung, oder sie trennen sich in mehrere fast horizontale Ringe (Fig. 26), oder sie bilden auf der Oberfläche eine Art Netz mit mehr oder minder großen Maschen (Fig. 27).



23. 24. 25. 26. 27.

Man hat sich überzeugt, daß dieses mannigfaltige Aussehen nicht in allen Fällen verschiedene Zellen kennbar mache, sondern daß eine und dieselbe Zelle nach der Reihe diese verschiedenartige Gestalt nach der Zeit, in welcher man sie untersucht, zeigen könne.

20. Vertiefungen in dem Gewebe des Wasserhahnenfußes (Ranunculus aquatilis).

23 und 24. punktirte und gestreifte Zellen von dem Gewebe des Hollunders (Sambucus nigra).

25, 26 und 27. Schneckenlinienförmige, ringförmige und netzförmige Zellen aus dem Gewebe der Mistel (Viscum album).

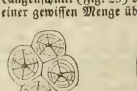
Es ist also nothwendig, ihrer Entwicklung aufmerksam zu folgen, damit man sich von diesem mannigfaltigen Aussehen und von der Ursache, welche dasselbe bewirkt, gehörig Rechenschaft geben kann.

Diese Untersuchung zeigt uns nun, daß die Zelle in dem Augenblicke, wo wir sie als ein deutliches Organ wahrzunehmen anfangen, ein Säckchen ist, das aus einer einfachen, vollkommen an einander hängenden und gleichartigen Haut besteht, deren anfangs weiche und feuchte Substanz nach und nach trocken und hart wird. In diesem Zustande kann sie bleiben, indem sie bloß ihre Form und Volumen verändert. Ein andermal aber zu einer gewissen spätern Zeit bildet sich auf der ganzen innern Fläche des Säckchens eine zweite Haut. Diese neue Haut scheint in ihrer Entwicklungsmethode mit der ersten nicht identisch zu sein; denn anstatt sich in ein vollkommen an einander hängendes, dem ersteren entsprechendes Gewebe auszubreiten, zerreißt es an verschiedenen Punkten, weil vielleicht das innere Säckchen, das jünger und weicher, als das äußere ist, ihm nicht immer schnell genug in seiner Entwicklung folgen kann. An diesen Punkten wird das erste von dem zweiten nicht gefüttert und daher entspringt diese Ungleichheit in der Dicke an verschiedenen Stellen der Oberfläche. Man könnte auch annehmen, daß die so ausgedehnte innere Haut in eine große Menge von Punkten zerrissen werde, auf eine ähnliche Weise zu den Punktirungen Veranlassung gebe, die man auf vielen Zellen bemerkt; in den meisten Fällen scheint aber eine bewundernswerthe Regelmäßigkeit bei dem Zerreißen des Zusammenhangs der innern Hülle, die sich von den untern nach dem obern Theil der Zelle als ein spiralförmiger Faden oder Streifen abrollt, obzuwalten. Wenn die Windungen dieser Schneckenlinie durch einen wahrnehmbaren Zwischenraum von einander getrennt sind, so bekommt man zwei parallele Spiralstreifen, den einen, wo die äußere Haut von der innern gefüttert ist, den anderen, wo sie ganz frei von derselben ist. Legen sich die Windungen ganz scharf an einander, so zeigt ihren Zwischenraum ein außerordentlich feiner, oft gar nicht mehr wahrnehmbarer Streifen an. Oft aber entfernen sie sich von Weite zu Weite ein wenig von einander, und lassen die äußere Haut in Räumen frei, die für unser Auge nur die Größe eines Punktes oder einer sehr kurzen Linie haben. Daher rührt vielleicht die Regelmäßigkeit und die Richtung, die man so oft an diesen Punkten und Linien wahrnimmt, womit die Zelle ganz besäet ist. Die ringförmigen oder netzförmigen Streifen scheinen eine ähnliche Erklärung zuzulassen, welche wir aber auf die Erklärung der Gefäße verschieben, wo diese Erscheinung, wegen des größeren Maßstabes, mit welchem wir sie beobachten können, weniger dunkel bleiben wird.

Die Dicke der Zellwände kann sich nach und nach durch die Bildung eines dritten Säckchens, das sich im Innern des zweiten, eines vierten, das sich im Innern des dritten absetzt u. s. w., vergrößern. Wenn es sich ereignete, daß sich das dritte nicht genau nach dem zweiten abformte, sondern die Zwischenräume bedeckte, so dieses die erste Haut entblößt gelassen hatte, so ist es begreiflich, daß es in diesen Zwischenräumen wahrgenommen werden könnte, während es an allen anderen Stellen, wo jene Haut schon gefüttert wäre, verborgen bleiben müßte. Einige Schriftsteller haben auf diese Weise das gewissermaßen zusammengesetzte Aussehen gewisser Zellen, z. B. derjenigen erklärt, auf welchen sich ein Netz bildet, dessen Flächen punktirt sind. Das Netz würde in diesem Falle von der zweiten Haut, die Punktirungen von der dritten herrühren.

Gewöhnlich gibt aber die zweite Haut die Form für diejenigen ab, welche sich der Reihe nach im Innern entwickeln; sie richten sich in allen ihren Umris-

sen nach derselben und unterbrechen sich an denselben Stellen. Davon kann man sich durch den Quer- (Fig. 28) oder Längenschnitt (Fig. 29) von Zellen überzeugen, die aus einer gewissen Menge über einander liegender



28. 29.

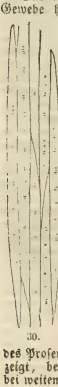
Schichten bestehen. Auf diese Weise sieht man ganz deutlich mehrere Kreise, die um eine Höhlung in der Mitte concentrisch gehen, und diese Höhlung ist um so kleiner, je größer die Zahl der gelagerten Schichten ist; aus dieser Höhlung laufen nach der Quere kleine Kanäle, die bloß an der äußeren Haut anhalten, und dem Zerreißen des Zusammenhangs der secundären Häute entsprechen. Würden sie sich nicht genau nach einander formen, so könnten ihre Gänge nicht so mit einander zusammentreffen, daß sie diese fortlaufenden Kanäle bilden können.

Fasern.

§. 7. Die Ausführlichkeit, in die wir uns in Beziehung auf die Zellen eingelassen haben, wird uns erlauben, es in Beziehung auf die Fasern weniger fein zu dürfen, da sie ja bloß der Gestalt nach von jenen verschieden sind und bei ganz gleicher Entwicklung das Ausehen ihrer Oberfläche ähnliche Modifikationen zeigen muß.

Wir haben bereits gesehen, daß die Länge der Fasern verschieden ist; schwach ausgedrückt bei den einen, die sich dadurch den Zellen nähern und daher auch von vielen Schriftstellern verlängerte Zellen genannt wurden; sehr groß bei den andern, die sich den Gefäßen nähern, und oft mit denselben unter dem Namen faseriger Gefäße in eine Klasse gebracht wurden.

Das durch die Vereinigung dieser Fasern gebildete Gewebe hat den Namen Prosenchym erhalten.

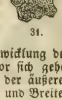


30.

Diejenigen, welche sich bei dieser Vereinigung in fast gleicher Höhe befinden, berühren sich an ihren Seiten; an ihren dünn zulaufenden Enden aber lassen sie nothwendig unausgefüllte Zwischenräume zwischen sich, in welche sich die ähnlichen Extremitäten der oben oder unten liegenden Fasern einfügen (Fig. 30). Bei dem Parenchym hingegen liegen sich die obern und untern Zellen in ebenen Endflächen auf einander (Fig 19, 21) (cellulæ parenchymatis sibi extremitatibus impositæ sunt, prosenchymatis apposite).

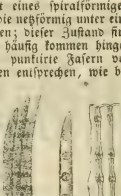
Ihre Wand ist im Allgemeinen dicht und ziemlich hart, sie besteht anfänglich aus einer einzigen und festigen Haut, welche ohne Hinzuthun einer andern einen gewissen Grad von Dicke erlangen kann. Gewöhnlich bilden sich aber mehrere Schichten nach der Reihe von außen nach innen, so daß die Faser, deren hohle Achse sich immer mehr verengt, und sich endlich beinahe auf nichts reduzirt, für voll oder ganz fest gehalten werden kann.

Daraus geht hervor, daß der Schnitt des Prosenchym im Allgemeinen eine compacte Masse zeigt, bei welcher das Verhältniß der vollen Theile bei weitem größer ist, als das der leeren Theile; die innere Höhlung der Fasern ist höchstens ein länglicher und schwacher Kanal, während ihre äußeren Flächen sich untereinander so genau berühren, daß die Zwischengänge beinahe zu Null werden. Eine andere Folge dieser Nebeneinanderlegung ist die Verflechtung, der sich berührenden Seiten, so daß die Faserwand nach außen prismatisch wird, während sie nach innen cylindrisch bleibt. Dies zeigt auch der Querschnitt eines gehörig entwickelten Prosenchyms ganz deutlich (Fig. 31).



31.

Wir haben bereits gesagt, daß die Entwicklung der Fasern gerade so, wie die der Zellen vor sich gehe. Das Wachsthum der ersten Zelle oder der äußeren Haut bestimmt ihre Dimensionen in Länge und Breite; die spätere Bildung der inneren Schichten bestimmt ihre Dicke und das bestimmte äußere Ausehen ihrer Oberfläche, das demnach die nämlichen Modifikationen, wie bei den Zellen haben kann. Doch kommt es ziemlich häufig vor, daß die innere Schichte die äußere genau und ohne Zerreißung ihres Zusammenhangs überzieht, so daß die Faser eben so glatt bleibt, als sie es anfänglich war. Die zweite Schichte kann auch in Gestalt eines spiralförmigen Fadens oder auch Streifchens, die netzförmig unter einander verbunden sind, erscheinen; dieser Zustand findet sich aber nicht oft. Sehr häufig kommen hingegen gerißte und hauptsächlich punktirte Fasern vor (Fig. 32). Diese Punktirungen entsprechen, wie bei den Zellen, den Punkten, wo die äußere Haut von den inneren nicht gefüttert ist, und wohin die kleinen Kanäle ohne Ausgang auslaufen, welche aus jenen Zerreißungen des Zusammenhangs entstehen. Sie sind besonders an dem Holze der Tanne und anderer ähnlicher Bäume, die man gewöhnlich immergrüne Bäume nennt, und welche die Familie der zapfentragenden Bäume bilden, die wir später kennen lernen werden, bemerkbar. Die Punktirungen auf denselben sind so groß, daß man sie beim ersten Anblick für eigentliche Löcher hätte halten können; sie erscheinen in zwei geradlinigten Reihen, stehen auf den beiden entgegengesetzten Seiten der Faser und jeder der Punkte ist oft mit einem mehr oder minder breiten Ringe umgeben (Fig. 33). Man hat es dahin gebracht, sich diese Anordnung erklären zu können; wenn man mit einem guten Mikroskope eine sehr dünne Schnitte der Faser, die nach einer Ebene geschnitten worden, welche durch die zwei parallelen Linien der Punktirungen gelegt wurde, genau untersucht, so sieht man, daß sich an der Stelle der Punktirung die Wand der Faser einwärts biegt und auf diese Weise eine kleine Vertiefung bildet, deren Umfang kreisförmig oder elliptisch ist (Fig. 34). Diese Vertiefung, welche heller oder dunkler ist, als die übrige Fläche, von der sie einen Theil ausmacht, bildet den Ring, in dessen Mittelpunkt ein kurzer Seitenkanal auslauft, der denen bei allen Zellen oder punktirten Fasern ähnlich ist, und die Centralpunktirung bildet, und da sich gewöhnlich die Punktirungen zweier Fasern entsprechen, so gibt es an diesen correspondirenden Punkten einen kleinen leeren Raum von linsenförmiger Gestalt, wie wenn zwei Uhrenglaser mit ihren Rändern auf einander gelegt wären.



32. 33. 34.

28. Querschnitt der Zellen in dem Fleische einer Birne.
29. Längenschnitt derselben.
30. Fasern von der gemeinen Waldrebe (Clematis vitalba).
31. Querschnitt der Nämlichen.
32. Punktirte Fasern von dem gerißigelten Rande eines Bignoniensamens.
33. Fasern von dem Holze der gemeinen Fichte (Pinus sylvestris).
34. Längenschnitt der Nämlichen.

Gefäße.

§. 8. Wir haben bis jetzt die Gefäße oder Röhren nur durch ihre weit größere Ausdehnung in die Länge von den Fasern unterscheiden gelernt.

Diese Länge ist bisweilen beträchtlich, und kommt fast der Länge der ganzen Pflanze gleich. Man zeigt dieselbe an Bruchstücken von einer gewissen Größe durch das Durchschieben sehr feiner Fäden, Roß- oder Menschenhaare; diese werden in die klaffende Oeffnung eines von diesen Kanälen hineingebracht und kommen endlich an dem andern Ende wieder heraus und auf diese Weise wird das ununterbrochene Fortlaufen des Kanals bewiesen. Ist dieser sehr groß und gerade, wie z. B. an dem Zweige einer Rebe, so kann man das Auge an das eine Ende halten und die Tageshelle am andern wahrnehmen.

Wenn man eines dieser langen Gefäße allein betrachtet, und es bei gehöriger Vergrößerung untersucht, so findet man beständig an demselben zwei Merkmale: 1) seine Oberfläche ist niemals glatt, wie es oft die Oberfläche der Zellen oder Fasern ist, sie zeigt vielmehr immer jene Ungleichheiten, die wir an denen in einem gewissen Alter als Punkte, Streifen, Ringe u. s. w. beobachtet haben; 2) der von dem Gefäße gebildete Cylinder ist nie in seiner ganzen Länge vollkommen regelmäßig, es zeigt sich vielmehr von Weite zu Weite eine Art von Verengung oder Zusammenschnürung an demselben. Diese Zusammenschnürungen sind bisweilen in regelmäßigen Entfernungen von einander und einander sehr nahe; in andern Fällen zeigen sie sich nur hier und da, oder durch ungleiche Zwischenräume von einander getrennt. Wenn man die Theile der Gefäße, welche zwischen zwei auf einander folgenden Zusammenschnürungen liegen, aufmerksam beobachtet, so ist man über die Aehnlichkeit erstaunt, die sie entweder mit einer Zelle oder mit einer Faser haben; diese Aehnlichkeit wird durch die Einwirkung der mit Wasser verdünnten, kochenden Salpetersäure, welche häufig diese Theile von einander los macht, noch auffallender. Hat man sie auf diese Weise vor Augen, so unterscheidet man sie von den Zellen oder auch von den Fasern nur noch dadurch, daß sie an den beiden Enden, durch welche sie mit dem übrigen Theile des Gefäßes in Verbindung standen, mehr oder weniger weit durchbohrt sind.

Aus diesen Beobachtungen wird man nun zu dem Schlusse veranlaßt, daß ein Gefäß aus einer Reihe von Zellen oder Fasern bestehe, die an ihren Enden zusammenfließen und durch Oeffnungen, die sich an denselben befinden ohne Unterbrechung mit einander in Verbindung stehen. Ist es eine Reihe von Zellen, so liegen die Zusammenschnürungen einander nahe, und die Linie, durch welche sie kenntlich werden, ist entweder horizontal oder etwas schief, wie es die Flächen sind, in welchen sich die Zellen gewöhnlich auf einander legen (Fig. 52). Befinden sich aber Fasern in einer Reihe, so sind die Zusammenschnürungen mehr oder weniger von einander entfernt, und die Linie, welche sie zu erkennen gibt, ist außerordentlich schief, weil sie die Seite des ausgefaserten Konus ist, in welchen sich die Fasern endigen (Fig. 35). Bei Annahme des Vorhergehenden sind die Gefäße Organe, welche schon nicht mehr so einfach wie die Zellen und Fasern sind, da sie aus der Vereinigung von mehreren derselben bestehen. Wir dürfen uns gar nicht wundern, auf ihrer Oberfläche die nämlichen Erscheinungen von Punkten, Strichen, Bändern, welche eine fortlaufende Schneckenlinie bilden, oder in Ringe abgesondert, oder netzförmig vereint sind, wieder anzutreffen, welche wir bei den Zellen oder Fasern angegeben haben: daraus aber, daß wir sie hier beständig antreffen, während sie bei den Zellen, wie wir gesehen haben, in dem ursprünglichen Zustande nicht vorkommen und erst mit dem Alter aus dem Hinzukommen neuer, sich im Innern bildender Schichten entstehen, dürfen wir den Schluß machen, daß die Gefäße, so wie wir sie beschrieben haben, schon ein gewisses Alter erreicht haben, daß sie nicht gleich aus einem Stücke so geworden sind, sondern daß sie vorher andere Gestalten durchlaufen haben.

Wenn man wirklich eine Pflanze oder einen Theil von einer Pflanze bei ihrem ersten Erscheinen nimmt, so findet man auch keine Spur von Gefäßen in derselben, sondern bloß Zellen, die durch eine glatte und gleichartige Haut verschlossen sind. Erst später sieht man, wie sich einige von diesen Zellen zu Fasern verlängern, und noch später, daß die Wände ihre Gleichartigkeit verlieren und daß die Gefäße erschienen. Sie haben demnach die nämlichen Bildungsperioden durchlaufen, wie die Zellen und die Fasern: ein häutiger, anfangs einfacher und steliger Sack ist durch die Ineinanderfügung anderer verschieden durchbrochener Säcke dicker geworden; zu gleicher Zeit verband er sich auf das Innigste mit ähnlichen über und unter ihm stehenden Säcken; der auf diese Weise verwachsene Theil der Wände aber, wurde, anstatt sich, wie alles Uebrige zu verdicken, dünner und verschwand zum Theile. Wenn die Scheidewände, die man an diesen Verbindungsflächen zu erwarten hatte, nicht vollständig verschwunden sind, so werden sie entweder durch einen kleinen Umschlag, der ihren Umfang bezeichnet, oder durch ein durchbrochenes Netz dargestellt. Auf diese Art erhält man einen ununterbrochenen Kanal, der äußerlich von einer stetigen Haut, die bei einer großen Anzahl mannigfaltig liegender Punkte einfach, in dem übrigen Theile ihrer inneren Oberfläche gedoppelt, dreifach ꝛc. ist, verschlossen wird.

Man hat nach der allgemeinen Gestalt ihrer Röhre und nach den verschiedenen Modifikationen ihrer Oberfläche verschiedene Arten von Gefäßen unterschieden. Wir wollen sie nach der Reihe und kurz angeben. In dieser Reihe von Zellen oder Fasern haben wir es mit wohlbegrenzter Form zu thun, mit einer Wiederholung einer schon bekannten Aufeinanderfolge. Indessen müssen wir doch zu dem, was bereits schon ausführlich mitgetheilt worden ist, noch etwas Neues hinzuthun: daß sich nämlich an den Gefäßen wegen ihres bei weitem größeren Umfangs diese Modifikationen auf das Deutlichste zeigen, und daß sie früher und besser untersucht worden sind.

Wir haben so eben gesagt, daß die Oberfläche der Gefäße immer ungleich mit Punkten oder Linien bezeichnet sei, die sich auf eine natürliche Weise, wie bei den Zellen, vertheilen, d. h. im Allgemeinen eine schneckenförmige Richtung annehmen. Daher findet man sie auch in den meisten neueren Werken unter dem Collektivnamen Spiralgefäße, Spiralröhren (vasa spiralia, tubi spirales) abgehandelt, um sie von den Gefäßen mit glatten Wänden, entweder von den sogenannten faserigen Gefäßen, von denen wir bereits bei den Fasern gesprochen haben, oder von den eigentlichen oder Saftgefäßen, von denen wir später sprechen werden, zu unterscheiden.

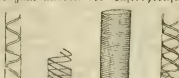
Unter den spiralförmigen Gefäßen selbst hat man die ächten oder Luftgefäße ausgezeichnet; die unächten enthalten die ringförmigen, netzförmigen, gestreiften, punktirten Gefäße u. s. w.

§. 9. **Luftgefäße.** — Die Luftgefäße bestehen aus einem häutigen Cylinder, in dessen Innerem ein Faden aufgerollt ist. Dieser Cylinder kommt ohne irgend eine Veränderung seiner Gestalt oder seiner Fläche in einer ziemlich beträchtlichen Länge vor und läuft sodann an seinen beiden Enden kegelförmig zu; an diese Ende legen sich oft die Ende anderer Luftgefäße an und verlängern auf diese Weise das erste nach oben und unten. Die Luftgefäße bestehen also eigentlich aus sehr verlängerten Fasern (Fig. 35).

Der spiralförmige Faden des Lufтgefäßes geht ohne Unterbrechung von einem Ende zum andern bei einer jeden von diesen Fasern. Man vergleicht ihn gewöhnlich mit dem Kupferdrahte, der den Hosenträgern die Elasticität gibt, und dadurch bekommt man auch wirklich ein richtiges Bild von seiner Beschaffenheit. Seine Farbe ist gewöhnlich perlmutterartig weiß. Was seine Gestalt selbst anbetrifft, so ist sie von den Schriftstellern auf verschiedene Weise beschrieben und vermuthet worden. Nach den Einen war dieser Faden selbst eine hohle Röhre, nach den Andern war er inwendig dachrinnenförmig ausgehöhlt, wieder Andere haben ihm andere, verschiedene Gestalten gegeben. Die genauesten Beobachtungen, welche mit Hülfe der vollkommensten Instrumente, die wir jetzt besitzen, angestellt wurden, zeigen diesen Faden immer voll, aber nach den Stellen und den Theilen, aus welchen man ihn genommen hat, von verschiedener Gestalt; er ist bisweilen dauförmig abgeplattet, häufiger dick, und sein Schnitt zeigt einen Kreis, eine Ellipse oder ein Viereck. Zieht man das abgebrochene Lufтgefäß ein wenig, so entfernen sich die Spiralwindungen von einander und der Faden wickelt sich auseinander, wie der elastische Draht an einem Hosenträger, wenn man ihn einem ähnlichen Ziehen unterwirft (Fig. 36). Bricht man junge Zweige, z. B. Holunderzweige, vorsichtig entzwei, so sieht man, wie bisweilen das untere Stück an dem obern vermittelst so zarter Fäden hängt, daß sie das Auge kaum wahrnehmen kann; dies sind die Fäden von den auseinander gewickelten Lufтgefäßen, und diese Eigenschaft machte, daß man oft diesen Gefäßen den Namen der entrollbaren Lufтgefäße im Gegensatze von den andern Spiralgefäßen gab, welche diese Eigenschaft nicht besitzen. Uebrigens findet dies nicht in allen Alтern ohne Unterschied Statt; bei dem äußerst jungen Lufтgefäße, dessen Gewebe noch etwas weich ist, hat der Faden noch nicht die Elasticität, die er erst später erlangt, und bricht mit der Röhre, ohne sich auseinander zu rollen. Er kann sie auch im Alтer wieder verlieren, wahrscheinlich durch ein festes Verwachsen mit den benachbarten Theilen.

Die Entfernung der Spiralwindungen unter sich ist verschieden, und im Allgemeinen berührt jede Windung die beiden benachbarten über und unter ihr befindlichen Windungen unmittelbar (Fig. 36). In diesem Falle kann in ihrem Zwischenraume, der so zu sagen Null ist, die äußere Haut nicht wahrgenommen werden; ohne Zweifel ist sie mit dem Faden verbunden; sie folgt ihm und zerreißt, wenn man ihn zieht und aus einander wickelt. In andern Fällen lassen die Windungen einen Raum zwischen sich, der bisweilen wahrnehmbar und sogar weit größer als die Dicke des Fadens ist; bloß in diesem Falle kann man die äußere Haut etwas deutlich sehen (Fig. 37, 40).

Was die Richtung anbetrifft, welche die Spirale des Lufтgefäßes nimmt, so hat man bemerkt, daß die eine häufiger vorkommt als die andere, und zwar die von der Rechten zur Linken, wenn nämlich der Beobachter annimmt, daß sich das Gefäß vor ihm in seiner natürlichen Lage befinde, das heißt so, daß das vom Erdreich entfernteste Ende aufwärts gerichtet ist. Oft denkt man sich den Beobachter in der Achse des Cylinders, um welchen sich die Schneckenlinie hinaufwindet; daraus folgt, daß ihre Richtung in diesem Falle umgekehrt, d. h. von der Linken zur Rechten vorkommen muß (Fig. 38). Unter dem Mikroskope befindet sich die dem Beobachter zugekehrte Fläche, in Beziehung auf ihn in der ersten Lage; die auf die andere Seite gekehrte Fläche in der zweiten und die beiden Richtungen kreuzen sich. Ist das Gefäß so fein, daß seine beiden Flächen beinahe in dem Gesichtsfelde des Mikroskops liegen, so scheint es, als ob dasselbe zwei Fäden durchliefen, welche zwei einander entgegengesetzte Richtungen einschlagen und auf diese Weise in ihrem Kreuzen ein Netz von kleinen Rauten bilden (Fig. 38). Einige Botaniker ließen sich durch diese Erscheinung täuschen, die sie sich durchaus nicht erklären konnten. Mag nun die Richtung der Spiraltinie sein, welche sie will, so geht sie doch von einem Ende zum andern der Lufтröhrenfaser.

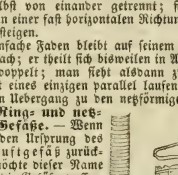


37. 38. 39. 40.

In den meisten Fällen ist der spiralförmig gewundene Faden einfach; doch gibt es auch Fälle, wo er doppelt zu sehen ist (Fig. 38). Bisweilen kommt er auch in noch größerer Menge vor (Fig. 39), und in dem Pfiang hat man sogar mehr als zwanzig gezählt. Diese an einander liegenden und parallelen Fäden bilden alsdann gleichsam ein spiralförmiges Band, das man selbst wieder abwickeln kann. Nothwendigerweise muß in diesem Falle die Richtung der Spiralwindungen um so schiefer sein, je größer die Menge der neben einander liegenden Fäden ist, weil zwischen zwei Windungen eines und desselben Fadens immer die ganze Breite des Bandes liegt. Ist hingegen der Faden einfach und berühren sich seine zwei Windungen, wie auf dem elastischen Drahte eines Hosenträgers, so sind sie nur durch die Dicke des Fadens selbst von einander getrennt; sie bewegen sich daher in einer fast horizontalen Richtung, so sanft ist ihr Aufsteigen.

Der einfache Faden bleibt auf seinem Wege nicht immer einfach; er theilt sich bisweilen in Aeste, indem er sich verdoppelt; man sieht alsdann zwei feinere Fäden statt eines einzigen parallel laufen (Fig. 40). Dies ist ein Uebergang zu den netzförmigen Gefäßen.

§. 10. Ring- und netzförmige Gefäße. — Wenn man auf den Ursprung des Namens Lufтgefäß zurückgeht, so möchte dieser Name besser auf die Gefäße passen, die wir jetzt untersuchen wollen, als auf die vorhergehenden. Da sie aus einer häufigen Röhre bestehen, die von inwendig über einander liegenden, dickeren Ringen oder Reifen gestützt wird (Fig. 41), so könnten sie mit mehr Recht mit der Lufтröhre der Thiere verglichen werden. Im Allgemeinen sind sie größer als die ächten Lufтgefäße und von einem Ende zum andern weit weniger gleichförmig. Die Ringe einer und derselben Röhre sind auch wirklich nicht einander vollkommen ähnlich



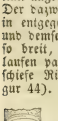
41. 42. 43.

37. Lufтgefäß mit entfernten Windungen an dem Stengel der Pfeffe.
39. Lufтgefäß mit mehreren Parallelfasern an dem Stengel des Pfiang.
40. Lufтgefäß mit unten einfacher und oben doppelter Windung aus der Runkelrübe (Beta vulgaris).
42 u. 43. Ringförmige Gefäße von dem Stengel der gemeinen Balsamine.

(Fig. 42); obgleich sie gewöhnlich horizontal sind, so können sie doch auf eine unregelmäßige Weise nach der einen oder nach einer andern Richtung geneigt sein; sie stehen nicht in regelmäßig gleichen Zwischenräumen von einander ab; und können endlich auch ringförmige Bruchstücke abgeben oder auch irgend eine andere krumme Linie, als die Kreislinie vorstellen. So ist es auch gar nicht selten, zwischen Ringen mehr oder weniger lange Bruchstücke einer Spirallinie anzutreffen, die sie bald unter sich verbindet (Fig. 43), bald unabhängig von denselben ist.

Diese Theile einer Spirale sind natürlicher Weise mit denen der Luftgefäße verglichen worden und da man das einzige, unterscheidende Merkmal beobachtete, daß sie nicht aus einander zu rollen sind, und daß die Spirallinie, welche an der sie umgebenden Haut mehr oder weniger hing, bei dem Zerreißen Fetzen von derselben mitnahm, so ist man auf den Schluß gekommen, daß es Luftgefäße von einem vorangerückten Alter, oder wenn man lieber will, von einem hohen Bildungsgrade seien. Die Ringe würden demnach aus einer oder mehreren, einander näher gebrachten und innig unter sich verwachsenen Spiralwindungen entstehen; der Zusammenhang der Spirallinie hatte nach der Meinung der Einen darum aufgehört, weil sie zwischen den verwachsenen Theilen, welche die Verlängerung der Röhre nachher von einander entfernt habe, zerrissen worden sei; nach der Ansicht der Andern aber, weil der zwischen zwei auf einander folgenden Ringen in der Mitte liegende Theil oft wieder eingesogen würde. Diese Hypothese stützt sich darauf, daß sich die Ringe oft mit den Spirallinien fortsetzen und darauf, daß Streifen, Furchen oder sogar auch vollständige, mit ihren Rändern parallel laufende Spalten, äußerst häufig vorkommen, was eine Verwachsung der Linie mit zwei oder mehreren Fäden zu verrathen scheine.

Andere Botaniker sind der Meinung, daß die inneren Verdickungen der Haut bei den ringförmigen Gefäßen nicht mit der Bildung einer fortlaufenden Spirallinie angefangen, sondern sich so gebildet haben, wie man sie wirklich findet, — gewisse Theile kreisförmig, gewisse andere spiralförmig und wieder andere vermischtförmig. Diese Beobachter konnten zu keiner Zeit die Stetigkeit der Spirallinie und später ihre Versetzung und ihr Verschwinden wahrnehmen. Ueberdies sollte in der von ihnen angegriffenen Hypothese der zwischen zwei Ringen liegende gewundene Theil immer die nämliche Richtung haben, seine Breite sollte immer einen aliquoten Theil von der Breite des Ringes, im Allgemeinen seine Hälfte, betragen, weil dieser aus der Vereinigung von mehreren (gewöhnlich von zwei) Windungen entstünde; die Streifen oder Spalten, die oft auf dem Ringe wahrnehmbar sind, sollten die Richtung der Spirallinie angeben. Nun findet aber alles dies nicht Statt. Der dazwischen liegende Theil windet sich bisweilen in entgegengesetzten Richtungen und dies in einem und demselben Zwischenraume; er ist fast immer eben so breit, als der Ring; die Streifen von diesem laufen parallel mit den Rändern und haben keine schiefe Richtung von dem untern zum obern (Figur 44).



44. 45.

44 u. 45. Bruchstücke von Gefäßen von einer Art von Spinnenkraut (Commelina tuberosa).

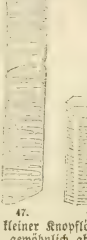
Bisweilen sind auch zwei Ringe, die auf einander folgen oder die sogar in einem Punkte ihrer Ränder zusammenlaufen in zwei verkehrten Richtungen gegen einander geneigt (Fig. 45). Diese Erscheinung, die sich an die vorhergehenden anreiht, könnte dadurch erklärt werden, daß in einer früheren Zeit die Ringe nicht sehr stark an der häutigen Röhre anhängen, daß sie sich theilweise oder sogar ganz von derselben ablösen, so daß sie in die Höhlung der Röhre fallen, indem sie ihre frühere Lage verlassen und eine neue annehmen, die sich mehr oder weniger der vertikalen nähert.

Aus dem Vorhergehenden läßt sich der Uebergang der ringförmigen Gefäße zu den netzförmigen leicht voraussehen. Diese Ringe, welche eine mannigfaltige schiefe Lage haben, und unter sich unmittelbar durch einige Punkte an ihrem Umfange oder mittelbar durch Bändchen verbunden sind, die auf eine mannigfaltige Weise gedreht, oder auch durch Spalten durchsichtig sind, zeigen öfters schon ein lockeres Netz. Es dürfen sich jetzt nur diese Elemente einander nähern und sich vervielfältigen, so wird man sogleich ein engeres und zusammengesetzteres Netz erhalten. Auch kommt es häufig vor, daß das nämliche Gefäß, das in einem Theile seines Weges ringförmig war, in einem andern netzförmig wird (Fig. 46).

Diese Gefäße laufen in einen Konus aus; die Länge des Raums zwischen ihren beiden Endpunkten beweist, daß sie, wie die Luftgefäße, gewöhnlich aus Fasern bestehen.

46.

§. 11. **Gestreifte Gefäße.** — Die gestreiften Gefäße zeigen, anstatt der Spirallinien, Kreise oder unregelmäßigen Ringe, Querstreifen, die nur einen Theil von dem Umfange der Röhre einnehmen und im Allgemeinen regelmäßig über einander liegen (Fig. 47). Das Gefäß hat oft die Gestalt eines Prisma, dessen Seitenflächen auf diese Weise durch Streifen, die bis an die Ecken gehen, gefurcht sind (Fig. 48). Man hat die Eintheilung dieser Streifen und ihrer Zwischenräume mit der Eintheilung eines Maßstabes in Grade verglichen und darum die Gefäße, welche ein solches Aussehen haben, **skalenförmig** genannt. Die Streifen haben jedoch keine stetige Verlängerung in die Quere, sie nehmen vielmehr die Gestalt kleiner Knopflöcher an, welche die gleiche Lage haben, gewöhnlich aber zahlreicher sind, gleichsam als ob mehrere auf Kosten eines einzigen von Weite zu Weite unterbrochenen Streifens entstanden wären.



47. 48.

47. Fragment eines gestreiften Gefäßes von der Weinrebe.
48. Fragment eines gestreiften prismatischen Gefäßes von einem Farnkraute (Osmunda regalis).

Man ist jetzt allgemein der Meinung, daß diese Gefäße, wie die bereits untersuchten Organe, aus einer häutigen Röhre bestehen, die inwendig mit einem durchbrochenen Gewebe gefüttert ist; die Streifen sind die Räume, welche diesen Durchbrechungen entsprechen und in welchen das Gefäß nur durch die äußere Haut geschlossen ist. Einige Schriftsteller glaubten zu bemerken, daß die Lage und die Gestalt der Streifen eine gewisse Uebereinstimmung mit den Theilen zeigen, von denen das Gefäß umgeben und gedrückt ist, daß die Streifen da fortbestehen, wo Flächen mit einander in Berührung sind, daß die Haut sich da verdicke, wo sie mit einer Ecke zusammen kommt; daß also in den Punkten, wo das Gefäß an andere ähnliche Gefäße anstößt, eine Regelmäßigkeit Statt finde, welche an denen verschwindet, wo es mit kürzeren, zahlreicheren Zellen in Berührung kommt.

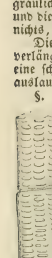
Mehrere Schriftsteller haben die gestreiften Gefäße mit den ring- und netzförmigen verwechselt, und es ist auch wirklich schwer, wenn bei den letzteren die Netz-

bildung eine gewisse Regelmäßigkeit annimmt, wenn ihre Maschen eng und in die Dauer verlängert sind, einen Unterschied zu begründen. Man hat sie auch für eine Verwandlung des Lustgefäßes gehalten, dessen deutliche und in den, den Streifen entsprechenden Räumen etwas aus einander laufende Spiralwindungen in den Zwischenräumen ganz zusammenfallen würden. Diese Ansicht scheint in Folge einer gewissen Anzahl von Fällen, wo die schiefe Richtung der Streifen nach einer Spirallinie geht und das gedehnte Gefäß sich schraubenförmig aus einander wickelt, einen gewissen Grad von Wahrscheinlichkeit zu erlangen. Aber selbst alsdann erhält man keinen einzigen Spiralfaden zwischen zwei über einander liegenden Streifen, wohl aber einen mehr oder weniger breiten Gürtel, der mehrere parallele Reihen von Streifen enthält (Fig. 49). Ueberdies sind in den allermeisten Fällen die Streifen vollkommen horizontal, und sie zeigen sich auch in den jüngsten Gefäßen schon so; die erste Veränderung, die man an der einfachen und gleichartigen Haut sieht, woraus sie gleich anfangs bestehen, muß man dem Erscheinen grauticher und paralleler Linien zuschreiben (Fig. 50), und die frühseste und sorgfältigste Beobachtung zeigt gar nichts, was einem Spiralfaden gleichen könnte.

49. 50.

Die gestreiften Gefäße entstehen aus einer Reihe verlängerter Zellen, die an ihren Endpunkten durch eine schiefe Wand oder durch Fasern, die kegelförmig auslaufen, auf einander gepaßt werden.

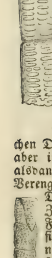
§. 12. **Punktirte Gefäße.** — Die punktirten Gefäße, welche bei den Pflanzen den beträchtlichsten Umfang erlangen, und deren innerer Kanal oft sogar mit dem bloßen Auge wahrgenommen werden kann, erscheinen gleichfam mit kleinen Punkten besäet, die sich in horizontalen, und seltener in etwas schiefen Linien zeigen (Fig. 51). Man hat in Beziehung auf das Entstehen dieser Reihen von Punkten die nämliche Hypothese aufgestellt, wie für die Bildung der Streifen, und man kann derselben auch die nämlichen Einwürfe entgegenhalten.



51.

Diese Gefäße haben die Gestalt eines Cylinders, auf dessen Oberfläche sich Kreise zeigen, welche keine Punkte haben und etwas schief, gewöhnlicher aber horizontal sind, und in mehr oder minder großen und gewöhnlich gleichen Zwischenräumen von einander abstehen. Diese Kreise haben den gleichen Durchmesser mit der übrigen Röhre; bisweilen aber ist ihr Durchmesser etwas geringer, woraus alsdann eine Reihe von Zusammenschnürungen oder Verengungen von Weite zu Weite entsteht (Fig. 52).

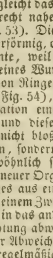
Der Vertikalschnitt des Gefäßes zeigt, daß diesen Zusammenschnürungen bisweilen eine kreisrunde Falte im Innern entspricht, bisweilen zertheilt sich auch das in Scheidewasser erhitzte Gefäß nach den nämlichen Linien in eben so viele Bruchstücke, wovon jedes eine Zelle von Gestalt einer Tonne, deren beide Böden eingestoßen sind, ganz deutlich zeigt. Aus einer Reihe von verwachsenen Zellen entsteht also das punktirte Gefäß.



52.

Die Punktirungen sind diejenigen Stellen, wo die äußere Haut bloß bleibt.

Sind diese Zusammenschnürungen, welche aus dem Verwachsen einer Reihe von Zellen entstehen, die in ihrer Mitte bauchiger als an ihren Endpunkten sind, recht deutlich, so gleicht das Gefäß einem Rosenkranze, dessen Kügelchen recht nahe an einander liegen (Fig. 53). Die Gefäße, die man paternosterförmig, oder wohl wurmförmig nannte, weil man sie mit dem Körper eines Wurms, der aus einer Reihe von Ringen besteht, vergleichen kann (Fig. 54), sind also nur eine Modifikation einer allgemeineren Form, und diese Modifikation zeigt sich nicht bloß an den punktirten Gefäßen, sondern auch bei den andern. Gewöhnlich sieht man bei dem Entstehen neuer Organe, wie z. B. eines Zweiges aus einem Aste, eines Blattes aus einem Zweige, kurz da, wo die Gefäße, um von dem einen in das andere überzugehen, von ihrer geradlinigten Richtung abweichen müssen, daß sich ihre Elemente zu dieser Abweichung hergeben, daß sie aber dabei kürzer, unregelmäßiger werden, und sich unter einander in schmalern Flächen verbinden. Die gerade Linie muß in eine Reihe von kürzeren Linien gebrochen werden, wenn sie einen gebogenen Weg zu durchlaufen hat. Auf diese Weise verkürzen sich die Fasern, welche die Lustgefäße, oder die ringförmigen oder gestreiften Gefäße bilden, welche in dem Stamme gewöhnlich sehr lang sind, an den Knoten, und gehen sogar in die Gestalt von Zellen über (Fig. 54).



53. 54.

§. 13. **Verwandlungen der Spiralgefäße.** — Wir haben gesehen, daß die ringförmigen Gefäße ziemlich lange Bruchstücke einer vollkommenen Spirallinie enthalten und auf der andern Seite durch die netzförmigen Gefäße in die gestreiften übergehen; wir haben ferner gesehen, daß die stetige Linie so unterbrochen werde, daß sie eine punktirte Linie bilde und auf diese Weise einen Uebergang der gestreiften Gefäße in punktirte begründe; wir haben ferner gesehen, daß sie sich bisweilen durch das Dehnen in spiralförmige Bändchen aus einander ziehen lassen. Es ist also durchaus nicht befremdend, daß eine Verwandlung der Gefäße in einander von vielen Botanikern angenommen wurde, welche in all den mannigfaltigen, von uns angegebenen Modifikationen nur verschiedene Entwicklungsstufen eines Organs erblicken und glauben, daß ein und dasselbe Gefäß alle diese Formen nach der Reihe durchlaufen, und sogar mehrere zugleich auf den verschiedenen Höhen seines Weges zeigen könne. Diese Lehre könnte sogar noch weiter getrieben werden, weil es unmöglich ist, genaue Gränzen zwischen den Gefäßen und den Fasern, zwischen den Fasern und den Zellen abzustecken, weil im Allgemeinen die Gefäße aus zwei andern bestehen, und weil alle drei bei ihrem Entstehen die nämliche Gestalt zeigen, nämlich die einer Zelle, welche eine gleichartige Haut umschließt. Wir wollen auch noch beifügen, daß zu jeder Zeit die Substanz, welche die Wand einer Zelle, einer Faser, irgend eines Gefäßes bildet, ganz die nämliche ist, welche chemisch aus denselben Elementen und in den nämlichen Verhältnissen besteht. Man möchte nun in die Versuchung gerathen, daraus den Schluß zu machen, daß es in der Pflanze nur ein einziges einfaches Organ gebe, das, wie ein zweiter Proteus, in einer Reihe von Verwandlungen die verschiedenen Gestalten annehme, die wir für eben so viele verschiedene Organe gehalten haben.

49. Ende eines gestreiften Gefäßes von einem Wasserandorn; es ist an seinem untern Theile handförmig aus einander gewickelt.

50. Skalenförmiges Gefäß, das sich zu entwickeln anfängt, von der Wurzel des Dattelbaums im Keimen.

51. Fragment eines punktirten Gefäßes von einer Weinrebe, nebst einigen punktirten Fasern.

52. Fragment eines punktirten Gefäßes von der gemeinen Maldrebe.

53. Fragment eines punktirten Gefäßes von der Mistel; ihre Gestalt gleicht der eines Paternosters.

54. Punktirte Gefäße der Balsamine, welche oben die paternosterförmige Gestalt annehmen.

Wir wollen aber diese scheinbare Verwandlungstheorie ja nicht übertreiben und keinen Schein für Wirklichkeit halten. Sind die verschiedenen Modifikationen der Gefäße nur verschiedene, auf einander folgende Entwicklungsstufen eines und desselben Organs, und erhalten wir, je nachdem diese Entwicklung auf der oder der Stufe stehen bleibt, diese oder jene Modifikation? Die Beobachtung, dieses entscheidende Gesetz für die Wahrheit unserer Theorien, zeigt uns das Gegentheil. Wenn man die Entwicklung eines Gefäßes verfolgt, so findet man auch nicht eines, das in seinen verschiedenen Phasen alle andere Ordnungen von Gefäßen dargestellt habe, und das Nämliche läßt sich auch von den Zellen sagen. Wir wollen noch bemerken, daß erstens sich an jedem Theile der Pflanze unveränderlich die und die Modifikationen von Zellen, Fasern und Gefäßen vorfinden; so werden wir z. B. beständig an gewissen Stellen dehnbare Luftgefäße antreffen, an andern aber schlechterdings nie. An dieser oder jener ganzen Pflanze, oder in dieser oder jener Region einer Pflanze wird man nie gestreifte Gefäße finden; bei irgend einer andern sind sie in Menge vorhanden; daß zweitens trotz der Einheit der chemischen Bestandtheile der Wände die Einheit der in den Höhlungen enthaltenen Substanzen verschieden ist, und daß dies, wie bei der Gestalt, auf eine constante Weise und nach der Stelle geschieht, welche die Höhlung in der Pflanze einnimmt.

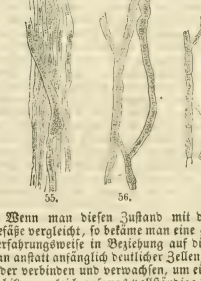
Wenn also alle einfachen Organe der Pflanzen mit den Zellen anfangen, an welchen wir keine wahrnehmbaren Verschiedenheiten erblicken, so ist es darum doch eben so wahr, daß jede Zelle gleich bei ihrem Entstehen dazu bestimmt zu sein scheint, in ihrer weiteren Entwicklung eine bestimmte Form und keine andere anzunehmen, den und den Stoff in sich aufzunehmen und zu verarbeiten. Es ist also nicht immer das nämliche Organ. Bei dem Uebergange aus seiner anfänglichen Form in seine bestimmte kann es mehrere Formen annehmen, und hier ist die Gränze seiner eigentlichen Verwandlungen, eine Gränze, welche man genau zu bestimmen suchen muß, wenn man die einfachen Organe der Pflanzen richtig erklären will. Bei dieser Untersuchung muß man sich sorgfältig vor den Täuschungen hüten, zu welchen die außerordentliche Einfachheit des Pflanzengewebes verleiten kann, eine Einfachheit, welche bei Verbildung der Verschiedenheiten und Vervielfältigung der Aehnlichkeiten eine selbstgemachte Einheit vermuthen läßt, auf welche man um so häufiger und nothwendiger kommen mußte, je kleinere Theile man mit unvollkommneren Instrumenten zu untersuchen hatte.

§. 14. **Saftgefäße.** — Nach dieser Erörterung kommen wir zu der Beschreibung einer Ordnung von Gefäßen, die sich von allen andern hinlänglich unterscheiden, als daß man sie jemals hätte verwechseln können; ich meine diejenigen, denen man den Namen der eigentlichen Gefäße oder der Saftgefäße gegeben hat, weil sie den eigentlichen Saft oder Latex enthalten.

Es sind häufige Röhren, die unter sich frei durch querlaufende Aeste, und zwar so mit einander in Verbindung stehen, daß ihr Ganzes ein großes Netz bildet (Fig. 56, 57). Sie haben demnach mehr als alle andere vorhin beschriebene Gefäße einige Aehnlichkeit mit denen der Thiere, wovon ein Kennzeichen das der Verzweigung ist. Das Wort Verzweigung dürfte aber doch nur uneigentlich auf die Saftgefäße angewandt werden, bei denen man durchaus nicht sieht, daß sie sich durch beständig auf einander folgende Theilungen erschöpfen, wie sich z. B. ein Stamm in Aeste, diese Aeste in Zweige u. s. w. zertheilen. Hier sind die Aeste ungefähr Kanälen gleich, wodurch sie mit einander in Verbindung gebracht werden, und aus welchen sie in einem rechten oder spitzigen Winkel entstehen.

Die häufige Wand ist durchsichtig und gleichartig, denn wenn sie auch an gewissen Stellen dicker als an andern ist, so scheinen diese unregelmäßigen Verdickungen doch keine andere Natur als das Uebrige zu haben. Die Röhren sind anfangs regelmäßige, sehr dünne und schlanke Cylinder (Fig. 55a); später behalten sie bisweilen bei ihrem Wachsthume die cylindrische Form, oder sie schwellen stellenweise an (Fig. 55b, 56). Diese Anschwellungen können bei Lebzeiten der Pflanze temporär sein und, wie in den Adern der Thiere, von der augenblicklichen Stockung der in ihnen enthaltenen Flüssigkeit herrühren, bisweilen bilden sie sich aber auch auf eine permanente Weise. Die innere Höhlung kann auch nicht überall gleich sein, selbst wenn der Cylinder äußerlich regelmäßig ist, und von Weite zu Weite Verengungen enthalten.

C. H. Schultz, dem wir die vollständigsten Aufschlüsse über diese Gefäße verdanken, nimmt an, daß mit dem Alter an den Punkten, welche diesen Verengungen entsprechen, unter jenen Anschwellungen und an den Verästelungen eine Zusammenschnürung und später eine vollständige Theilung Statt finde; alsdann zeigen die Saftgefäße anstatt einer stetigen Höhlung eine Reihe von Höhlungen, die durch eben so viele Knoten von einander abgesondert sind; er nennt sie alsdann gegliedert (Vasa laticis articulata) (Fig. 57); ausgedehnt (expansa) (Fig. 56, 55b) in dem vorhergehenden Zustande, welcher den höchsten Grad ihrer Lebensthätigkeit anzuzeigen scheint; zusammengezogen (contracta) (Fig. 55a) in dem ersten Grade ihrer Entwicklung.



55. 56. 57.

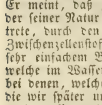
Wenn man diesen Zustand mit dem der andern Gefäße vergleicht, so bekäme man eine ganz umgekehrte Verfahrungsweise in Beziehung auf die andern, weil man anstatt anfänglich deutlicher Zellen, die sich mit einander verbinden und verwachsen, um eine stetige Röhre zu bilden, gleich anfangs vollständige Röhren anträfe, die sich endlich unterbrechen und in eine Art von Zellen zertheilen. Dieses Kennzeichen, wenn man anders die Wahrheit desselben nicht in Zweifel zieht, und auf jeden Fall die häufigen Verbindungen der Röhren, die ein eigentliches Netz bilden, zeichnen also hauptsächlich die Saftgefäße aus, sowie auch die undurchsichtige Wand, in deren Dicke man keine verbünnte Zwischenräume bemerkt, und welche die anfängliche Haut unter der Gestalt von Bändern, Streifen und Punkten, wie man sie bei den andern Gefäßen, Fasern und Zellen angegeben hat, ganz frei läßt. Diese anfangs dünne Wand verdickt sich, so wie wir es bereits angegeben haben, im Alter; einige Schriftsteller haben sogar an derselben eine Reihenfolge von Schichten finden wollen.

55 und 56. Saftgefäße von dem Schöllkraute (Chelidonium majus).
57. Saftgefäße von der Euphorbia dulcis.

§. 15. Vereinigungsmittel der einfachen Organe. — Nachdem wir die Hauptmodifikationen, welche die einfachen Pflanzenorgane aufweisen, abgehandelt haben, dürfen wir ein Problem nicht unbeachtet lassen, das in der neuesten Zeit die Botaniker sehr beschäftigte; es besteht nämlich darin, das Mittel oder die Kraft zu erforschen, welche diese Elemente, die wir bisher einzeln betrachtet haben, unter einander verbindet. Da sich alle auf die Zelle, mit welcher sie anfangen, zurückführen lassen, da die Zellen oft den größeren Theil der Pflanze und bisweilen sogar die ganze Masse der Pflanze ausmachen, so reduzirt sich das Problem auf die Angabe der Verbindungsweise der Zellen unter sich.

Nach der Meinung der Einen geht ihre Vereinigung auf eine unmittelbare Weise vor sich; die anfänglich halb flüssigen Wände der Zellen behalten einige Zeit lang einen Grad von Weichheit, der hinreichend ist, die Wände mehrerer benachbarten Zellen, wenn sie sich begegnen und sich bei ihrer Entwicklung berühren, unter sich zusammen zu leimen, so daß sie auch beim Trocknen in den, nach der Gestalt und der Beschaffenheit des Gewebes, das sie bilden, verschiedenen Graden so zusammengeleimt bleiben.

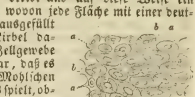
Die Lehre von der mittelbaren Vereinigung, welche nur wenig Anhänger gezählt hatte, hat sich seit einigen Jahren auf eine bedeutende Autorität, nämlich auf die des Hugo Mohl gestützt, wieder hervorgethan. Er meint, daß zwischen den Zellen eine Art Leim, der seiner Natur nach von ihnen verschieden sei, austrete, durch den sie verbunden werden und den er Zwischenzellenstoff nennt. Bei gewissen Pflanzen von sehr einfachem Baue, wie z. B. bei den Pflanzen, welche im Wasser, vorzüglich im Meerwasser leben, bei denen, welche man gewöhnlich Tang nennt und die wir später unter dem Namen Fucus unterschen werden, liegen die Zellen (Fig. 58 aa), woraus die ganze Pflanze besteht, sehr weit auseinander und lassen einen Raum zwischen sich, der oft größer als ihr Durchmesser ist, und dieser ganze Raum ist von diesem Zwischenzellenstoffe ausgefüllt (b), der demnach den größten Theil der Masse bildet. Bei den zusammengesetzteren Pflanzen hingegen, bei den Bäumen und Kräutern, welche auf dem Lande wachsen, berühren sich die Zellen (Fig. 7, 28), und zwischen ihren sich berührenden Flächen ist der Stoff, der sie vereint, auf eine so dünne Schichte reduzirt, daß er unsern Augen entschwindet; in den Zwischenzellengängen wird er aber manchmal sichtbarer, und er kann sie sogar vollständig ausfüllen. Man erkennt ihn an seiner Farbe und an seinem verschiedenen Baue, und nur dadurch, daß seine Mischung mit der Mischung der Zellhaut nicht einerlei ist, können die Zellen durch Reagentien, welche den Stoff auflösen ohne die Haut anzugreifen, aus ihrem Aggregatzustande gebracht werden.



58.

58. Gewebetheil einer Seepflanze (Himanthalia lorea). — *aa* Zellen. — *b* Zwischenzellenstoff.

§. 16. Mirbel tritt keiner von den vorhergehenden Meinungen bei. Nach seiner Ansicht fängt das Zellgewebe mit einer Art von Schleim an, den man mit einer Auflösung des arabischen Gummi vergleichen kann; dieser verdickt sich immer mehr und höhlt sich, anfänglich fleckig und voll, eine große Menge kleiner Fächer, welche die Höhlungen der Zellen sind. Die benachbarten Zellen waren also ursprünglich durch eine gemeinschaftliche Wand getrennt, welche so bleiben könnte, welche aber häufiger bisweilen in ihrem ganzen Umfange, bisweilen bloß theilweise und zuerst gegen die Winkel hin endlich zerreißt. Nach dieser Theorie wäre die Entwicklung der Zellen gerade das Umgekehrte von der, die man ihr in den andern Theorien zuschreibt; die Zellen würden also darnach streben, sich von dem Leime zu befreien, und nicht, sich aneinander zu leimen, und ihre Vereinigung wäre der normale und ursprüngliche Zustand, der dahin strebt, sich auf eine progressive Weise mit dem Alter zu vermischen. Wenn dieses Gewebe (Fig. 59 bb) in diesem Zustande bleibt und auf diese Weise ein festiges Netz bildet, wovon jede Fläche mit einer deutlichen Zelle (aa) ausgefüllt ist, so nennt es Mirbel dazwischenliegendes Zellgewebe (Fig. 59). Es ist klar, daß es hier die Rolle des Mohlschen Zwischenzellenstoffes spielt, obgleich sein Ursprung ganz verschieden ist.



59.

§. 17. Communikationsmittel der einfachen Organe. — Wenn die Vereinigungsweise der einfachen Organe gewisse Unzuverlässigkeiten veranlassen kann, so ist ihre Communikationsweise ganz deutlich. Wir haben schon gesehen, daß sie von einer dünnen und einfachen Haut umschlossen sind, und daß, wenn diese etwa dicker wird, dies nicht gleichförmig auf ihrer ganzen inneren Fläche der Fall sei, sondern daß sie auf einer großen Anzahl von Punkten frei bleibe. Nun ist die Durchgänglichkeit einer solchen Haut durch zahlreiche und entscheidende Versuche erwiesen. Die Gase oder die Flüssigkeiten, die in den Höhlen der Gefäße und der Zellen enthalten sind, finden also immer, um von dem einen zum andern zu gelangen, eine Menge von Seitenkanälen, die bloß durch eine häutige Scheidewand geschlossen sind. Mehrere Schriftsteller haben sogar das Dasein dieser Scheidewände geläugnet und Poren und Spalten das genannt, was wir Punkte und Streifen hießen. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die Haut oft an denen Stellen wirklich verschwindet, wo sie frei liegt; wir haben es an den Enden gesehen, die mit den Fasern oder mit den Zellen in Berührung stehen, welche durch ihre Reihe die Gefäße bilden. Manchmal verschwindet die häutige Röhre eines Gefäßes endlich ganz und ihre Ringe werden nur noch von den benachbarten Theilen getragen, welche in den Zwischenräumen die Wand des Cylinders bilden. Das Dasein ächter Löcher an den Zellen gewisser Pflanzen ist außer Zweifel gesetzt worden.

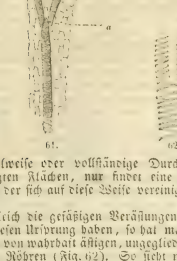
Bei zwei aneinander stoßenden Zellen entsprechen die Seitenkanäle der einen gewöhnlich denen der andern, so daß im Allgemeinen zwei Kanäle, welche verschiedenen Zellen gehören, nur einen einzigen zu bilden scheinen (Zig. 60 a), indem sie die beiden Höhlungen in Communikation bringen, ohne daß ihre Stetigkeit von der einen zur andern unterbrochen werde.

60.

§. 18. Wenn sich aus einer Gruppe büschelförmig vereinigter Gefäße einige losmachen, um sich nach einem Seitenpunkte hin, z. B. von einem Zweige in ein Blatt zu begeben und auf diese Weise durch Bildung eines Knies ihre erste geradlinige Richtung aufgeben, so scheint die Stetigkeit der Röhren an dem Knie unterbrochen zu sein; die Gefäße, welche dieser neuen Richtung folgen, hängen sich mit ihren Enden (Zig. 61 aaa) an die Gefäßende, welche zur Bildung des ersten Büschels beitrugen. Es geht also hier beinahe das Nämliche vor, was bei jedem Vereinigungspunkte von Fasern oder Zellen, deren geradlinigte Reihe ein Gefäß bildet, der Fall ist, nämlich

59. Centralstück von einer jungen Dattelwurzel. — *aaa* Zellen. — *bbb* Mirbelsches dazwischenliegendes Zellgewebe.

60 Verlängerte Zellen in der Wurzel des Dattelbaums. — *aa* Communikationskanäle.



61. 62.

eine theilweise oder vollflüssige Durchbohrung der angehängten Flächen, nur findet eine schwache Abweichung der sich auf diese Weise vereinigenden Enden Statt.

Obgleich die gefäßigen Verästlungen fast in allen Fällen diesen Ursprung haben, so hat man doch einige Beispiele von wahrhaft ästigen, ungegliederten, spiralförmigen Röhren (Fig. 62). So sieht man, wie sich bisweilen ein Luftgefäß mit doppelter Spirallinie in zwei Theile spaltet, indem es durch das winkelbildende Auseinandergehen der zwei Spirallinien, die sich vorher vollkommen parallel rollten, zwei Luftgefäße mit einfacher Spirallinie bildet. Das Merkmal einer Verästlung mit Seitigkeit der Röhre, wodurch man die Saftgefäße von allen andern Gefäßen unterschieden hat, ist daher nicht so unbedingt, wofür man es allgemein ausgegeben hat, obgleich sie sich übrigens von den andern zu sehr unterscheiden, als daß es schwer sein sollte, sie gehörig zu bestimmen.

§. 19. **Inhalt der Organe.** — Wir haben gesehen, daß das Pflanzengewebe mit Höhlungen von verschiedenen Gestalten, welche das Innere der Zellen, Fasern oder Gefäße einnehmen, oder sich in ihren Zwischenräumen befinden, ganz besäet ist. Wir wollen jetzt untersuchen, was in diesen Höhlungen ist, ob sie leer oder mit andern Körpern angefüllt sind.

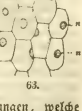
Sie scheinen oft vollkommen leer zu sein; man sieht aber gewöhnlich, wenn man sie unter Wasser öffnet, kleine Bläschen aus ihnen aufsteigen, welche das Dasein eines Gases anzeigen. Alle Zwischenstufen von diesem luftförmigen Bestande an bis zum festesten, zeigen uns die Stoffe, die in den Höhlungen des Pflanzengewebes enthalten sind, und welche sich in dem Zustande eines Dampfes, einer Aare oder verdickten Flüssigkeit, einer Gallerte, eines Leigs, zerstreuter oder in eine Masse vereinigter Körnchen, eines Steines oder Krystalls befinden. Ihre Beobachtung muß natürlicherweise um so leichter sein, je näher sie einem festen Körper kommen; als Gas muß man zu ihrer Bestimmung die Chemie zu Hülfe nehmen; im tropfbar flüssigen Zustande streben sie oft darnach, aus dem entblößten Gewebe zu verdunsten, und die Zelle, welche im lebenden Zustande von einer Flüssigkeit strotzte, kann sich unter dem Mikroskope eingefallen und leer, oder bloß mit einigen Spuren von einem festen Körper zeigen, wenn die Verdunstung irgend einen Körper, der vorher aufgelöst war, wie das Gummi oder der Zucker in Wasser, das Harz in einem wesentlichen Oele, trocken zurückgelassen hat. Es können auch einige chemische Veränderungen in der Natur des Inhalts während der Beobachtung vorfallen, welche ihn, da sie ihn seinen Lebensverhältnissen entreißt, nothwendig mit neuen Agentien, mit der Luft oder dem Wasser in Berührung bringt ꝛc. Die Untersuchung, deren Resultate von so hoher Wichtigkeit sind, um Aufschluß über das Leben der Pflanze zu ertheilen, muß also mehr Vorsicht und ein indirekteres und mannigfaltigeres Verfahren erheischen, und nothwendig weniger vorangerückt sein, als die, mit denen wir uns bisher abgegeben haben.

§. 20. Wenn wir mit den festen Stoffen den Anfang machen, deren unmittelbare Beobachtung am leichtesten ist, so sehen wir, daß sie in der Höhlung, in welcher sie enthalten sind, verschiedene Lagen haben können. Sie können sich demnach auf ihre ganze Oberfläche legen und auf diese Weise gleichsam eine innere Schichte bilden, die man bisweilen von den andern nur durch die Wirkung der Reagentien unterscheiden kann, welche eine verschiedene chemische Mischung anzeigen. Dies ist der Fall bei der stark stickstoffhaltigen Materie, die man so vorbereitet fast in allen äußerst jungen Zellen findet, und deren Schichte von dem salpetrigsauren Quecksilber roth gefärbt wird, das die übrigen Wände nicht färbt. Die Materie, welche man den Holzstoff nennt, und den man in den holzichten Fasern antrifft, legt sich nicht bloß an die Wände an, sondern durchdringt sie ganz, wie eine Materie, die im flüssigen Zustande in einen Schwamm eindringt, sodann fest werden und einen Körper mit ihm bilden würde. In diesen Fällen vermengt sich der Inhalt, der unmittelbar auf die Wände kommt, oder sogar in ihre Dicke eindringt bis auf einen gewissen Punkt mit der Hülle selbst.

Der nämliche Fall tritt bei dem Kiesel ein, der sehr häufig die Pflanzengewebe mit einer Rinde überzieht. Man kann sich dadurch davon überzeugen, daß man auf einer Glasplatte einen kleinen Theil von einem dieser Gewebe sachte verbrennt. Das Feuer zerstört die vegetabilische Substanz, aber nicht die mineralische, wovon die erste durchdrungen war und welche bei ihrem Absatze auf der Platte das kieselige Skelett des organischen Gewebes, das verschwunden ist, abzeichnet. Dies zeigen z. B. in einem merkwürdigen Grade die Stengel der Grasarten, die man gewöhnlich unter dem Namen Stroh kennt, und dies ist auch der Ursprung der verglasten Massen, die man bisweilen in den Trümmern eines in Brand gerathenen Getreideschobers findet.

§. 21. Die in dem Innern der Zellen enthaltene Materie erscheint oft in Gestalt von Körnern, die einen sind zerstreut, die andern in einen Klumpen zusammengehäuft. Man findet auch häufig solche, die sich an den Wänden zeigen, an denen sie sogar festzuhängen scheinen; sie zeigen sich auf denselben als Flecken oder Punkte, welche man von außen mit denen verwechseln könnte, welche aus den Durchbohrungen entstehen, die wir in der Dicke der Häute, woraus diese Wand besteht, schon angegeben haben.

In den meisten sehr jungen Zellen und selbst in allen, nach der Meinung gewisser Botaniker, bemerkt man eine körnige fugel-, oder häufiger noch linsenförmige Anhäufung, die auf der inneren Fläche liegt, oder sogar in die Haut gleichsam eingedrückt ist (Fig. 63). Im Allgemeinen verliert sie immer mehr ihr Aussehen, sowie sich die Zelle entwickelt, und verschwindet endlich ganz. In gewissen Theilen und in gewissen Pflanzen bleibt sie aber doch. Man hat sie nucleus oder Zellenkern genannt, ein Name, für den Schleiden den Namen Cytoblast (κύτος, Höhlung, Zelle und βλάστος, Knospe, Keim) wegen der Verrichtungen, welche er ihm zuschreibt, nämlich die, durch seine spätere Entwicklung die Zellen zu erzeugen, von denen er gewissermaßen der Pflanzenembryo wäre, angenommen wissen will.



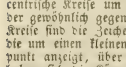
63.

Die Körnchen sind bisweilen sehr zahlreich und

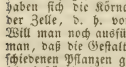
62. Luftgefäß an einer Pfebe (Cucurbita pepo).

63. Junge Zellen mit ihrem Kern nun, von einer Runkelrübe.

gedrängt, um sich besonders nach der Verdunstung der Flüssigkeiten in eine compacte Masse zu vereinen, welche fast die ganze Zellenhöhlung ausfüllt. Manchmal sieht man sie frei und getrennt. Ihre Natur ist mannigfaltig, wie man dies aus der Mannigfaltigkeit ihrer Gestalt und vorzüglich aus der verschiedenen Wirkung beurtheilen kann, welche gewisse Substanzen, namentlich eine Jodauflösung, deren sich die Beobachter gewöhnlich zu diesem Zwecke bedienen, auf sie äußern. Wenn man einen Tropfen davon auf die Zellen giebt, deren Inhalt man auf diese Weise untersuchen will, so sieht man, wie sich die Körnchen bald braun oder mehr oder weniger blaßgelb, bald blau oder mehr oder weniger dunkelviolett färben. In dem ersten Falle kann man sich in der Regel dahin aussprechen, daß der Stoff der Körnchen mehr oder weniger stickstoffhaltig, Eiweiß oder vegetabilischer Käsestoff ist; in dem zweiten erfährt man, daß die Körnchen, aus einem Stoffe bestehen, der ganz frei vom Stickstoffe, und in den Pflanzen außerordentlich verbreitet ist und eine wichtige Rolle in ihrer Ernährung spielt, das Satzmehl. Wenn man diese untersucht, ohne sie zu färben, so kann man sie übrigens auch an gewissen Gestaltauszeichnungen erkennen. Im Allgemeinen haben sie die Gestalt eines unregelmäßigen Sphäroids oder Polyeders, an welchem man sieht, wie mehrere concentrische Kreise um einen Mittelpunkt herumlaufen, der gewöhnlich gegen die Peripherie hin liegt. Diese Kreise sind die Zeichen von oben so vielen Schichten, die um einen kleinen Kern herum, den der Mittelpunkt anzeigt, über einander liegen, und demnach haben sich die Körner in umgekehrter Richtung mit der Zelle, d. h. von innen nach außen entwickelt. Will man noch ausführlicher zu Werke gehen, so sieht man, daß die Gestalt des Satzmehles, das von verschiedenen Pflanzen genommen ist, veränderlich, aber sehr beständig bei einer und derselben Pflanzenart ist, so daß ein geübtes Auge erkennen kann, zu welcher es gehöre. Man untersuche auf diese Weise, um die bekanntesten Beispiele zu nehmen, vergleichungsweise äußerst dünne Schnitten von einem Erdapfel (Fig. 64) von einem Getreidekorn (Fig. 65) und von einem



64. 65.

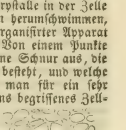


66.

Maiskorn (Fig. 66) und man wird finden, daß die Satzmehlkörner sich unter diesen dreien hinlänglich unterscheiden, um sich in der Folge leicht wieder erkennen zu lassen. Wenn man zu dem kleinen Wassertropfen, in welchem man gewöhnlich die Schnitten läßt, um ihrem Vertrocknen vorzubeugen, eine noch kleinere Menge Jodauflösung thut, so wird man sehen, wie sich die Körnchen sogleich färben und wie sich die Zellen, welche sie enthalten, deutlicher hervorheben.

Durch das Dasein zahlreicher Körnchen zeigt sich auch der Later oder der eigentliche circulirende Saft in den Gefäßen, denen er auch seinen Namen gegeben hat (Fig. 55, 56, 57). Im Allgemeinen sind sie sehr klein, wie eine Art Staub, aber ungleich unter sich, und mitten unter ihnen bemerkt man einige weit größere und bisweilen von wunderlicher Gestalt, welche das Jod als Satzmehlkörner zu erkennen gibt.

§. 22. Sehr häufig trifft man auch Krystallisationen in dem Innern der Zellen an, wo ihre Gegenwart nichts Befremdendes haben kann. Es bildet sich nämlich durch den Vegetationsprozeß in den Organen der Pflanze eine gewisse Anzahl besonderer Säuren, wie z. B. die Oxalsäure, Aepfelsäure u. s. w., und sie selbst zieht die in dem Wasser der Atmosphäre und der Erde aufgelöste Kohlensäure ein; auf der andern Seite enthält der Boden unorganische Alkalien, wie Kalk, Kali, Kieselerde in Auflösung in sich, welche eingesogen werden und mit dem Pflanzensafte circuliren. Diese verschiedenen Auflösungen müssen in den Höhlungen der Pflanze häufig zusammenkommen, und wenn die Körper, welche in denselben enthalten sind, den geeigneten Grad der Verwandtschaft zu einander und die Eigenschaft haben, eine unlösliche Verbindung unter sich einzugehen, so können sie sich zu Salzen von mannigfaltiger Natur und Gestalt krystallisiren. Bei dem ersten Anblick möchte es scheinen, daß es eine rein chemische Operation sei, die in dem Innern der Zellen vor sich geht, wie sie in jedem Recipienten vor sich gegangen wäre, in welchem sich diese nämlichen Laugen unter einander gemischt und in Ruhe befinden und wenn man die Krystalle um so vielsacher antrifft, je älter das Parenchym und je geschwächter seine Lebensthätigkeit ist, so wird man in dieser Meinung bestärkt, daß ihre Bildung in das Gebiet unorganischer Kräfte und nicht der Lebenskräfte gehöre. Mehrere Betrachtungen unterstützen jedoch die entgegengesetzte Meinung, und namentlich die erst kürzlich von Payen gemachte Beobachtung, daß sich nämlich die Krystalle in der Zelle nicht frei bilden und in derselben herumschwimmen, sondern daß ein besonderer, gut organisirter Apparat da sei, der sie erzeugt und hält. Von einem Punkte in der Wand dieser Zellen geht eine Schnur aus, die selbst wieder aus kleineren Zellen besteht, und welche eine Masse schwebend trägt, die man für ein sehr feines und im Zustande des Werdens begriffenes Zellgewebe erkennen kann (Fig. 67).



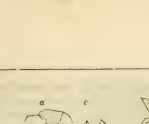
67.

Später setzt sich in dem Inneren der kleinen Zellen dieser so schwebenden Masse die mineralische Substanz wie in einer Gangart ab und krystallisirt; und diese Zellen scheinen die Gränzen und die Gestalt der Krystalle zu bestimmen; so daß ein und dasselbe Salz, z. B. oxalsaurer Kalk, in den Gewächsen unter mehreren ganz verschiedenen Gestalten krystallisiren kann, welche man den Verschiedenheiten des Apparates, durch welchen die Krystallisation bewirkt wird, zuzuschreiben hat. Man hatte die Zellenmasse vor dem Niederschlage des Salzes gesehen, man kann sie nachher entwickelter und bestimmter in ihren Formen sehen, wenn man das Salz durch ein Reagens auflöst, welches das Gewebe nicht angreift. Ohne Anwendung dieses Mittels entgeht das organische Gewebe, das den Krystall umgibt, wegen der Feinheit seiner Häute, die sich innig auf die krystallinischen Flächen legen, dem Blicke.

Bisweilen enthält eine und dieselbe Zelle nur einen einzigen Krystall oder eine kleine Anzahl von Krystallen, und alsdann gestaltet es ihr ziemlich bedeutendes Volumen, ihre Gestalt deutlich zu bestimmen. Häufiger sind sie aber in derselben in größerer Menge beisammen und ihre Kleinheit macht ihre Bestimmung sehr schwierig und unzuverlässig. Nun gruppiren sie sich im Allgemeinen nach zwei verschiedenen Anlagen; sie laufen entweder von einem gemeinschaftlichen Mittelpunkte aus oder mit einander parallel. In dem ersten Falle sind sie gewöhnlich dicker und kürzer und ihre Anhäufung bildet eine Art von kugel- oder eiförmigem Kerne voller Spitzen

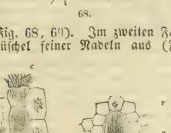
64. Zelle mit Satzmehlkörnern von einem Erdapfel.
65. Satzmehlkörner vom Getreide.
66. Satzmehlkörner vom Mais.

67. Masse eines Zellgewebes von dem Blatte eines Feigenbaums (Ficus elastica), in welcher sich Krystalle entwickeln, deren Anhäufung einen Kalkschichten-Kern bildet, a. Sie schwebt an einer Art Röhre, c, in dem Innern einer erweiterten Zelle, c, die unter der Epidermis liegt und von kleineren Zellen, b, umgeben ist, die voll Körner sind, welche von dem Chlorophyll grün gefärbt werden.



68. 69.

(Fig. 68, 69). Im zweiten Falle sehen sie wie ein Büschel feiner Nadeln aus (Fig. 70, 71). Das



70. 71. 72.

sind die Nadeln, welche anfänglich für ein Pflanzenorgan, für eine Art Haar gehalten wurden und denen man den Namen Nadelkrystalle gegeben hatte. Die Bemerkung ist hier gewiß nicht überflüssig, daß das Vorkommen von Krystallen in einer Zelle gewöhnlich die Körnchen von organischer Natur, von denen wir vorhin gesprochen haben, ausschließe.

Man hat bisweilen angegeben, daß sich die Krystalle und hauptsächlich die Nadelkrystalle in den Gängen oder den Vertiefungen außerhalb der Zellen befinden. Dieser Irrthum kann von mehreren Ursachen herrühren, die gewöhnlichste und natürlichste ist die Zerstreuung dieser Körper in Folge der Zergliederung selbst, welche äußerst viele Aufmerksamkeit und Gewandtheit erfordert, um die Wände der Zellen nicht zu zerreißen; oft bringt das Instrument in diese eingetreten die Nadelkrystalle und bringt sie zufälliger Weise in die benachbarte Höhlungen. Wenn man aber auch sogar das Gewebe geschont hat, so glaubte man doch bisweilen zu sehen, daß der Büschel der Nadelkrystalle in eine Vertiefung hineinrage oder sie fast ganz ausfülle. Dies rührt daher, daß die Zellen, in welchen sich auf diese Weise Krystalle bilden, sich oft ganz unverhältnißmäßig entwickeln, so daß ihre Höhlung wie eine Vertiefung aussieht (Fig. 71) oder daß sie, wenn sie an der Wand einer wirklichen Vertiefung liegen, wirklich in das Innere von dieser hineinragen (Fig. 72), welche alsdann selbst diese Krystalle zu enthalten scheint. Bis jetzt hat man diese nur im Innern der Zellen angetroffen.

Man findet zwar bisweilen in den Gängen oder Vertiefungen eine mineralische Materie, welche die Kieselerde entweder allein oder im Zustande einer Säure bildet; sie erscheint aber in unregelmäßigen Massen.

§. 23. Die Zellen, welche den größten Theil der Weizenkörner und der andern, an Satzmehl so reichen Cerealien bilden, uns aus denen man das Mehl gewinnt, haben überdies noch in ihrer Höhlung eine weiche und sehr elastische Masse, welche sie ausfüllt und die Körnchen klebrig macht. Dieser Stoff hat den Namen Kleber erhalten.

§. 24. Andere Stoffe zeigen eine immer weniger feste Consistenz, ohne deßwegen ganz flüssig zu sein; sie haben das Aussehen von wolkigen Flocken oder Gallerte; so ist z. B. die, welche eine so wichtige Rolle in dem Leben und dem Aussehen der Pflanze spielt und die man grüne Materie oder Chlorophyll nennt. Sie schwimmt in der Zellenflüssigkeit und strebt dahin, sich auf die festen Theile, die mit ihr in Beziehung stehen, auf die inneren Wände der Zelle und auf die Körnchen, welche dieselbe enthalten kann, abzusetzen. Darum ist sie von den Einen als eine grüne Flüssigkeit, von den Andern als eine Anhäufung von Körnchen von derselben Farbe beschrieben worden. Die Flüssigkeiten und die Körnchen sind an und für sich farblos, sie bekommen sie aber von der Schichte, die sie überzieht. Die Chlorophyllkörner können also wie die, welche wir bereits kennen gelernt haben, verschiedene Lagen haben; sie können an der Oberfläche der Höhlung fest sein, oder in der in ihr enthaltenen Flüssigkeit schwimmen; sie können verschiedene Gestalt und Größe, und unfehlbar auch verschiedene Eigenschaften haben. Man sieht, wie sich viele unter ihnen durch die Jodauflösung blau färben, was beweist, daß sie nichts anderes als Satzmehlkörner sind. Andere werden, entweder weil ihre zu dicke grüne Hülle die Einwirkung des Jods auf ihren Kern verhindert, oder weil die Substanz derselben verschieden ist, braun gefärbt. Oft sind mehrere Kerne in eine und dieselbe Hülle von grüner Gallerte zusammengeklebt, und bilden also ein zusammengesetztes Korn. Ein grüner Pflanzentheil, der einige Zeit in Alkohol gethan worden ist, entfärbt sich; man thut auf diese Weise die Löslichkeit des Chlorophylls in dieser Flüssigkeit dar und schließt daraus auf ihre Aehnlichkeit mit den Harzen.

Die Materie, welche bisweilen die Zellen gelb färbt, scheint vermöge ihrer Natur und ihrer Eigenschaften derselben nahe zu kommen, während diejenige, welche sie blau, roth oder violett färbt, die Consistenz einer wässerigen Flüssigkeit zeigt, in welcher sie sich vollkommen auflöst. Häufiger noch ist die Zellenflüssigkeit farblos oder fast farblos, sowie die, welche unter dem Namen Saft durch die Spiralgefäße läuft. Dieser enthält schon in Wasser aufgelöst einige von den Substanzen, die sich in den Zellen zu Boden setzen, oder die Elemente, aus welchen die Verbindung sie bilden soll. Man findet auch noch in den Zellen oder in den behälterförmigen Vertiefungen Flüssigkeiten von einer andern Natur, in Wasser aufgelöstes Gummi, fette und wesentliche Oele, und diese letzteren enthalten oft aufgelöste Harze. Die Gase findet man vorzüglich in den Vertiefungen, entweder gegen die Oberfläche der Pflanze hin oder auch wohl bisweilen in ziemlicher Tiefe derselben.

§. 25. Aus dem Vorhergehenden haben wir gesehen, daß Substanzen von verschiedener Natur und Consistenz die Höhlungen der verschiedenen Organe, woraus die Pflanze besteht, aber nicht ohne Unterschied, sondern in das oder jenes Organ vorwiegen, ausfüllen. Man darf jedoch nicht erwarten, ein und dasselbe Organ mit dem nämlichen Stoffe angefüllt zu finden; die Lebensthätigkeit bringt in denselben fast immerwährende Veränderungen hervor, und erst dann, wenn das Leben unterbrochen oder erloschen ist, tritt in denselben ein fester und permanenter Zustand ein. Die Zelle, welche durch den Einfluß des Lichtes grün wird, war vorher farblos und nimmt, wenn sie all wird, ganz verschiedene Farben an; bevor sie sich mit festen Körnchen füllte, war sie bloß von einer Flüssigkeit aufgetrieben; erst später enthält sie Krystalle; die Gefäße, welche in einer gewissen Jahreszeit den Saft fortschaffen, enthalten in den andern Jahreszeiten nur Luft. Eine Untersuchung also, die nur in einer einzigen Zeit angestellt würde, gäbe falsche Aufschlüsse über die Verrichtungen aller dieser

68. Zellgewebe der Runkelrübe; in einer von den Zellen eine Anhäufung von nadelförmigen Krystallen, a, — Abgesonderte Krystalle, c.

69. Angehäufte Krystalle in einer Blattstielzelle der Rhabarber (Rhubarum undulatum).

70. Zellgewebe des Kalbsfußes (Arum vulgare). Mehrere Zellen sind voll von Chlorophyllkörnern, g. Andere von Nadelkrystallbüscheln, r r.

71. Büschel von Nadelkrystallen in einer erweiterten Zelle, die andere kleinere Zellen umgeben; sie ist gleichfalls vom Arum genommen.

72. Theil des Gewebes von einer Aroidenart (Colocasia odora) Zellen mit Körnern vom Chlorophyll, g g; sie lassen zwischen sich eine Vertiefung, in welche vier andere Zellen einen Vorsprung bilden, welche Büschel von Nadelkrystallen enthalten, r r r r.

Organe, die man in allen Phasen ihres Lebens studiren muß, und gerade darum, weil die Beobachtungen so sehr zerstückelt wurden, zeigen sich so viele Abweichungen in den Ansichten.

Zusammengesetzte Organe.

§. 26. Die einfachen Organe, deren Hauptmodifikationen wir angegeben haben, bilden durch Verbindung unter sich die zusammengesetzten Organe. Diese, mehr oder weniger zusammengesetzt, mehr oder weniger zahlreich, verbinden sich nun wieder, um durch ihr Ganzes die Pflanze zu bilden. Wenn man diese Pflanze gleich bei ihrem Entstehen, d. h. in dem Zustande ihrer größten Einfachheit, beobachtet, und sie sodann in ihrer Entwicklung verfolgt, indem man alle Veränderungen, die sie erleidet, beurkundet, alle Theile, um die sie sich vergrößert, analysirt, so ist dies das sicherste Mittel, so vollständig und deutlich als möglich alle diese Organe kennen zu lernen, deren Ganzes die Art und Weise der Existenz der Pflanze und deren Wirkung ihr Leben begründet.

§. 27. Der erste Zustand, in welchem sich eine Pflanze darstellt, ist der einer Zelle (Fig. 74 und 75 E^1), die mit einer körnigen Materie angefüllt ist (Fig. 75 E^2). Es gibt Pflanzen, welche diesen äußersten Grad der Einfachheit ihr ganzes Dasein hindurch kaum überschreiten; alle fangen aber mit demselben an, sogar die, welche den höchsten Grad vegetabilischer Organisation zu erreichen bestimmt sind. Die erste Phase des Lebens eines organisirten Wesens ist die, während welcher er noch einen Theil des Wesens ausmacht, das ihm ähnlich ist, in welchem es sich entwickelte und das ihm sein Entstehen geben wird. Es führt alsdann den Namen Embryo, und diese Periode seines Lebens wird die embryonäre genannt.

Ein Pflanzenembryo ist also anfänglich eine blose Zelle mit Körnchen in ihrer Höhlung (Fig. 73). Einige Veränderungen in seinen Decken und in der enthaltenen Materie sind die einzigen, welche aus der Entwicklung gewisser Embryonen entspringen; bisweilen gruppiren sich auch andere Zellen um die erste, ohne daß es jedoch möglich ist, mehrere Theile, mehrere verschiedene Regionen an dieser kleinen, gleichartigen Masse zu unterscheiden.

73.

§. 28. Dagegen hat aber auch oft die Pflanze in ihrem Embryonenstande nicht blos eine weit größere Masse durch das Anhäufen einer ziemlich großen Menge von Zellen erhalten, sondern sie hat auch sehr bestimmte Formen angenommen, und man kann an derselben frühe schon zwei Extremitäten unterscheiden, die einander gar nicht ähnlich sind. Die eine geht in der Richtung der Are dieses mehr oder weniger regelmäßig eiförmigen Körpers fort, die andere weicht in etwas von derselben ab und bildet eine seitwärts stehende Warze (Fig. 74 E^4), oder auch wohl zwei symmetrische Warzen (Fig. 75 E^4 cc), zwischen welchen die Achse durchgeht. Diese Warzen sind es nun, die man Kotyledonen (Samenlappen) nennt, und wir bekommen gleich in dieser Periode drei Modifikationen des Embryo: gleichartiger Embryo, ohne Unterscheidung der Theile, ohne Samenlappen (Fig. 73); Embryo mit einem Samenlappen (Fig. 74 E^4); Embryo mit zwei Samenlappen (Fig. 75 E^4). Man nennt den ersten akotyledon, nacktkeimend, den zweiten monokotyledon, spitzkeimend, einsamenlappig, den dritten dikotyledon, zweisamenlappig.

§. 29. Im Allgemeinen sind die mit Samenlappen versehenen Embryonen nicht auf diese erste Anlage der Organe, die sie begründen, beschränkt; sie haben vielmehr, noch in dem an der Mutterpflanze hängenden Samenkorne eingeschlossen, fortgefahren, in allen ihren Theilen und namentlich in ihrem einfachen (Fig. 76, c) oder doppelten Samenlappen (Fig. 77, cc), welcher einen bedeutenden Theil, bisweilen sogar den größten Theil der Masse des vollkommenen Embryo ausmacht, zu wachsen. Das dem Samenlappen gegenüberstehende Ende hat den Namen Wurzelkern (gleiche Figuren, r) oder Würzelchen erhalten, weil die Wurzel später aus seiner Entwicklung hervorkommen soll. Ueber dem Wurzelkeime und in der Fortsetzung der Achse bemerkt man zwischen den Samenlappen, wenn es deren zwei sind (Fig. 75, g) in einer Vertiefung an der Grundfläche des Samenlappens, wenn nur einer da ist (Fig. 76, g), einen weit kleineren Körper, als die bereits genannten. Bei dem ersten Augenblicke sieht er auch wie eine einfache Warze aus; aber eine genauere Untersuchung, mit Hülfe von Vergrößerungsgläsern, zeigt, daß er selbst wieder aus mehreren kleinen Lappen (Fig. 78, g) bestehe, die in Beziehung auf die Achse, wie der Samenlappen, an dessen erste Bildung sie erinnern, liegen. Diese kleinen Lappen sollen sich später zu Blättern entwickeln, und man hat dem Ganzen den Namen Knöspchen (gemmula) gegeben, weil man Knospe die Vereinigung der Blätter genannt hat, die noch nicht entwickelt sind und sich auf einer sehr kurzen Achse, die sich zu einem Zweig entwickeln soll, angehäuft haben. Die Kotyledonen selbst sind nur

74. 75.

73. Nacktkeimender Embryo von dem gemeinen Lebermoose (Marchantia polymorpha). Diese Arten von Embryonen führen auch den Namen Knoten (Gongyle)

74. Spitzkeimender Embryo von Potamogeton perfoliatum zu verschiedenen Zeiten seiner Entwicklung. — E^1 bei seinem ersten Erscheinen, wenn er noch Zelle ist. — E^4 wenn seine verschiedenen Theile, der Wurzelkern r, das Knöspchen g, der Samenlappen c anfangen, deutlich zu werden.

75. Doppelspitzkeimender Embryo von einer Art Nacktkerne (Osmotheca crassipes), zu verschiedenen Zeiten seiner Entwicklung. E^1 bei seinem ersten Erscheinen als Zelle. — E^2 E^3 wenn er aus drei angehäuften Zellen oder später aus einer größeren Anzahl besteht. — E^4 wenn seine verschiedene Theilchen, der Wurzelkern r, das Knöspchen g, die Samenlappen c c anfangen, deutlich zu werden.

77. 78. 76.

76. Einsamenlappiger Embryo von Potamogeton perfoliatum, beinahe reif. — r Wurzelkern. — r Stengelchen. — c Kotyledon. — g Knöspchen.

77. Reifer zweisamenlappiger Embryo von dem gemeinen Mandelbaume. — r Wurzelkern. — c c Kotyledonen.

78. Der Nämliche, an welchem man die zwischen den Kotyledonen verborgenen Theile durch Wegnahme eines Kotyledons entdeckt hat. — r Wurzelkern. — t Stengelchen. — c einer von den Kotyledonen, den man gelassen hat. — ic Narbe, die auf der Einfügung des weggenommenen Kotyledons entspringt. — g Knöspchen, aus mehreren Blättchen bestehend.

eines oder die zwei ersten Blätter der jungen Pflanze, im Allgemeinen aber in Form und Verrichtung von denen unterschieden, die auf sie folgen sollen. Der Embryo zeigt uns also eine Reihe von Nebenorganen oder Blättern auf einer Achse, deren blattloses Ende die Wurzel und der ganze übrige Theil den Stengel bilden wird. Dieser im Embryo erhält den Diminutivnamen Stengelchen.

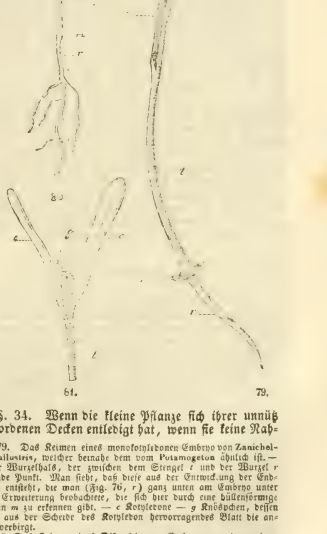
§. 30. **Grundorgane.** — Grundorgane kann man diese drei Theile nennen, die in dem mit Kotyledonen versehenen Embryo schon sehr deutlich sind. Alle die, welche die spätere Entwicklung der Pflanze unserer Beobachtung darbieten wird, werden trotz ihren, dem Anscheine nach so auffallenden Verschiedenheiten, trotz der Mannigfaltigkeit der Namen, durch welche man diese demnach bezeichnen mußte, im allgemeinen Sinne jetzt nur für Modifikationen dieser ersten Organe gehalten.

§. 31. An ihren Formen und an ihrer relativen Lage erkennt man sie unter einander; denn ihre uranfängliche Zusammensetzung ist dieselbe; sie besteht aus einem Haufen mehr oder minder locker vereinten Zellen. Wann der Embryo vollständig ausgebildet ist, so sind die Zellen seiner Kotyledonen oft mehr oder weniger reich an Saßmehl, besonders wenn sie eine große Dicke haben; ein Fall, wo sie gewöhnlich das ganze Korn ausfüllen und ausschließend mit der Ernährung der jungen Pflanze in der ersten Zeit beauftragt sind, die auf ihr Embryoleben folgt, und wo sie von der Mutterpflanze getrennt, durch sich selbst zu leben anfängt. Durch Anhäufung des Saßmehles in den Embryonen entspringt die Anwendung einer großen Menge von Körnern zur Nahrung des Menschen und der Thiere.

Wenn sich die Kotyledonen in dem Embryo schon stark entwickelt haben und besonders wenn sie schon die Blattform zeigen, so kann man in gewissen Richtungen verlängerte Zellenbüschel, die erste Anlage der Gefäße, beobachten.

§. 32. Nachdem das Samenkorn von der Mutterpflanze getrennt ist, oder um uns durch einen nicht so wissenschaftlichen und alltäglichen Ausdruck verständlicher zu machen, nachdem das Pflanzenei gelegt ist, so wird es, wenn es in seiner Nähe gewisse Bedingungen findet, die seiner weiteren und unabhängigen Entwicklung günstig sind, zu welchen vorzüglich ein gewisser Grad von Feuchtigkeit und Wärme gehört, Bedingungen, welche gewöhnlich die Erde, in die es in einer kleinen Tiefe gesteckt wird, erfüllt, in derselben, so zu sagen ausgebrütet, und die Pflanze tritt in die zweite Periode ihres Lebens, die man das Keimen nennt.

§. 33. In der ersten Zeit zieht sie ihre Nahrung aus sich selbst, aus den entweder in ihren Decken oder in ihren Kotyledonen angehäuften Stoffen; Stoffe, welche mannigfaltige chemische Veränderungen, durch die neuen Umstände erleiden, in die sich der Körper versetzt sieht, und auf diese Weise tauglich werden, an den Akten seines Lebens Theil zu nehmen. Daraus entsteht das Wachsthum aller andern Theile des Wurzelkeims und des Knöspchens. Der Wurzelkeim ist der erste, dessen Entwicklung gleich anfangs mit der größten Thätigkeit vor sich geht, und man kann sich alsbann überzeugen, daß an dem unter dem Namen Wurzelkeime begriffenen und unter dem Kotyledonen liegenden Theile der Achse nur das Ende eigentlich zu der Wurzel gehört und eine abwärtsgehende Richtung annimmt, während alles übrige eine aufsteigende Richtung erhält und zum Stengel gehört. Die Wurzel erkennt man leicht an all den kleinen Fasern, womit sich ihre Fläche bedeckt (Fig. 120, r, r' r'), und durch welche sie die Säfte aus der Erde saugt. Bald verlängert sich auch das Knöspchen, und kommt zum Vorschein, indem es den Kotyledon oder die Kotyledonen, welche es umgaben und verhüllten, zurückstößt. Es entfaltet die Blätter, aus denen es besteht (Fig. 79 und 81, g) und deren aufeinanderfolgende Entwicklung immer von unten nach oben auf der Achse, d. h. um so früher, je weiter sie unten sind, stattfindet. Je größer diese Blätter werden und in je größerer Menge sie vorkommen, desto mehr werden die Kotyledonen erschöpft, abgemagert, geschwächt und fallen gewöhnlich am Ende ab. Die neuen Blätter unterscheiden sich im Allgemeinen durch ihre Gestalt von ihnen (Fig. 81) und streben immer mehr und mehr darnach, die anzunehmen, welche sie an dem ganzen übrigen Theile der vollkommen entwickelten Pflanze zeigen. Indessen unterscheiden sich doch oft noch die ersten, hauptsächlich die, welche unmittelbar über den Kotyledonen stehen, von den andern.



81. 79.

§. 34. **Wenn die kleine Pflanze sich ihrer unnütz gewordenen Decken entledigt hat, wenn sie keine Nah-**

79. Das Keimen eines monokotyledonen Embryo von Zanichellia palustris, welcher beinahe dem vom Potamogeton ähnlich ist. — *m* der Wurzelhals, der zwischen dem Stengel *t* und der Wurzel *r* liegende Punkt. Man sieht, daß diese aus der Entwicklung der Endwarze entsteht, die man (Fig. 76, *r*) ganz unten am Embryo unter einer Erweiterung beobachtete, die sich hier durch eine hülsenförmige Ecke in *m* zu erkennen gibt. — *c* Kotyledone — *g* Knöspchen, dessen erstes aus der Scheide des Kotyledon hervorragendes Blatt die andern verbirgt.

80. Das Keimen eines Dikotyledonen-Embryo von einer andern Abornart (Acer negundo). — *m* Hals; — *r* Wurzel; — *t* Stengel; — *cc* Kotyledonen; — *g* Knöspchen.

81. Oberer, mehr entwickelter Theil; — *cc* Kotyledonen; — *g* Knöspchen, dessen erste Blätter schon entfaltet sind.

rung mehr aus dem abgezehrten oder abgefallenen Kotyledon nimmt, und dieselbe ganz von außen einzieht, so kann man sagen, daß das Keimen vollendet sei. Es hat keine neue Theile zum Vorschein gebracht, es hat aber die, welche in dem Embryo vorhanden waren, die Grundorgane, die Stengel, die Wurzel, die Blätter, durch die Entwicklung derselben, deutlicher gemacht. Diese Organe fahren fort zu wachsen, und je mehr sich die Achse verlängert, desto mehr neue Blätter bringt sie seitwärts hervor.

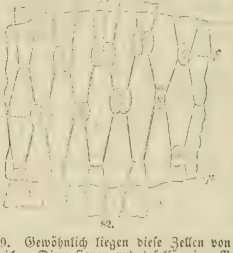
§. 35. Die Vegetation einiger Pflanzen ist nur die mehr oder weniger lange Zeit fortgesetzte Entwicklung und sie bestehen aus einer einzigen Achse, die verschieden modifizirte Blätter hat. Aber sehr häufig und vorzüglich bei den dikotyledonischen Pflanzen zeigen sich an gewissen Punkten des Stengels kleine Auswüchse, die man Knospen nennt und die nun auch in ihrer Entwicklung alles das wieder hervorbringen, was wir bei den Knöspchen beobachtet haben, nämlich die Blatterzeugung um eine sich verlängernde Achse. Die Knospe, und später der Zweig, der nur die Entwicklung derselben ist, unterscheiden sich nur dadurch von dem Knöspchen und von dem mit Blättern versehenen Stengel, daß sie auf dem Stamme selbst, anstatt in dem Boden wachsen. Dieser erste Zweig kann sich selbst wieder mit neuen Knospen bedecken, die in Beziehung auf ihn ganz die nämliche Rolle spielen, welche er selbst in Beziehung auf den Stengel spielte. Diese Art zu wachsen, die sich mehr oder weniger oft wiederholen kann und woraus die Verästelung der Pflanze entspringt, bringt also eben so oft das Nämliche wieder hervor, was uns die Entwicklung der ersten Achse, welche schon im Embryo vorhanden war, gezeigt hat; und die Geschichte von diesem schreiben heißt, die von allen Zweigen zu gleicher Zeit verfassen. An allen finden wir nur Blätter an Achsen, zwar von verschiedener Ordnung und Alter, aber immer von derselben Natur. Wir wollen jetzt die Veränderungen untersuchen, welche die erste Achse in ihrem Baue und in dem Baue ihrer Blätter auf progressive Weise erlitten hat.

§. 36. Diese Untersuchung wird natürlicher Weise in drei Kapitel zerfallen: Stengel, Wurzel, Blätter; diese verschiedenen Theile haben aber einen Theil, welcher ihnen gemeinschaftlich ist; dies ist eine dünne Hülle, die sich über die ganze Fläche der Pflanze ausbreitet, die man Oberhaut oder Epidermis nennt und die wir zuerst kennen lernen müssen.

Epidermis.

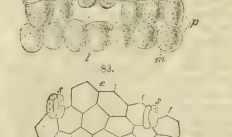
§. 37. Lange Zeit glaubte man, daß die Epidermis einen Theil des Zellgewebes ausmache, das sie bedeckt, daß sie nur der äußere Theil desselben sei, der in der Dicke von einer oder mehreren Schichten verhärtet und durch den Zutritt der Luft in etwas modifizirt worden sei. Dies ist für eine gewisse Anzahl von Pflanzen von sehr einfacher Organisation wahr; bei den andern aber sind die Zellen, welche die Epidermis bilden, ihrer Gestalt, ihrer Größe, ihrer Vereinigungsart und ihrem Inhalte nach dergestalt von den Zellen des untenliegenden Zellgewebes verschieden, daß man in unsern Tagen übereingekommen ist, sie als ein ganz getrenntes System zu betrachten.

§. 38. Wir wollen sie zuerst an den Theilen untersuchen, die mit der Luft in Verbindung stehen, an dem Stengel und an den Blättern. Man löst sie gewöhnlich von der Oberfläche dieser jungen Theile in Gestalt einer, in den ersten Fällen farblosen und durchsichtigen Haut, mit größerer oder geringerer Leichtigkeit ab; bald geschieht dies, ohne daß eine besondere Vorbereitung dazu erforderlich ist, bald kann man es erst nach einem längern oder kürzern Einweichen bewerkstelligen, wodurch das Zellgewebe, das unter der Epidermis liegt und einen geringern Widerstand leistet, zerstört wird. Dauert das Einweichen lang, so wird die Epidermis endlich selbst angegriffen und man überzeugt sich auf diese Weise, daß sie aus zwei Theilen besteht; der eine, dauerhaftere und äußere ist ein dünnes und steifes Häutchen, das sich über die ganze Fläche verbreitet (Fig. 82, pp) der andere, innere ist die eigentliche Epidermis und besteht aus neben einander liegenden Zellen (Fig. 82, ee)

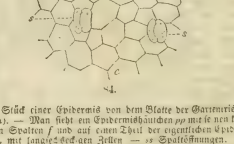


82.

§. 39. Gewöhnlich liegen diese Zellen von beinahe gleichen Dimensionen und tafelförmiger Gestalt in einer einzigen Schichte von gleichförmiger Dicke (Fig. 83, ee). Sie sind fast immer weit größer als die Zellen des darunter liegenden Gewebes; doch gibt es auch einige Ausnahmen von dieser Regel, z. B. an dem elastischen Feigenbaume, an dem Ornithogalum sylvaticum, wo sie kleiner sind. Wenn man das durchsichtige Epidermisblättchen flach unter das Mikroskop bringt, so kann man seine Zellen außerordentlich deutlich wahrnehmen, und der Umriß ihrer oberen Fläche erscheint regulär (Fig. 82) oder irregulär (Fig. 84), oft von geraden Linien, oft aber



83.



84.

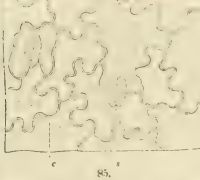
82. Stück einer Epidermis von dem Blatte der Gartenris (Iris germanica). — Man sieht ein Epidermisbläschen pp mit sehr unregelmäßigen Spalten f und auf einen Theil der eigentlichen Epidermis ee gelegt, mit langgestreckten Zellen — ss Spaltöffnungen.

83. Vertikalschnitt der Epidermis von demselben Blatte; er zeigt die innige Verbindung der Epidermiszellen ee und die lockere Verbindung mit dem unten liegenden grünen Parenchym p, das durch Gruben l und Gänge m unterbrochen ist. — s Spaltöffnung.

84. Stück einer Epidermis von der obern Fläche des Blattes einer Wasserranunkel, das auf dem Wasser herauskommt. — ee Epidermiszellen, — ssss Spaltöffnungen.

auch von sehr gebogenen Linien umschrieben. Im ersten Falle sind das Viereck und das Sechseck diejenigen Figuren, welche am häufigsten vorkommen.

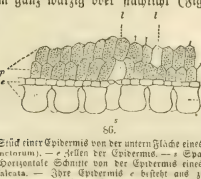
Man kann bei den Zellen der Epidermis Seitenwände, eine untere und eine obere Wand in Erwägung ziehen. Die Seitenwände hängen sich stark an die analogen Wände der benachbarten Zellen an, und aus diesen innigen Aneinanderhängen entsteht der Mangel an Zwischenzellengängen, sowie die Festigkeit der ganzen Haut. Obgleich die Zellen an den Seiten dünner sind als oben und unten, so haben sie doch gewöhnlich einen sehr merkwürdigen Grad von Dicke an denselben. Ihre Höhlungen sind auf diese Weise durch etwas breite Gürtel getrennt, welche zwei etwas dunklere Linien unter dem Mikroskope umschreiben; dies hat zu der Täuschung Veranlassung gegeben, vermöge welcher einige Schriftsteller ehemals ein Geflecht von feinen Gefäßen in den Zwischenräumen der Epidermiszellen vorzüglich für den Fall angenommen haben, wo ihr Umfang gebogen ist (Fig. 85). Diese angeblichen Gefäße waren nichts als die Wände der Zellen selbst.



85.

In den gewöhnlichen Fällen, wo die Epidermis aus einer einzigen Schichte besteht, ruht die untere Wand auf den Zellen des unten liegenden Gewebes, und hängt weit schwächer an demselben. Daher und von der Adhäsion der Epidermiszellen unter sich rührt die Leichtigkeit, sie von diesem Gewebe in mehr oder minder großen Blättchen loszumachen.

Die äußere Wand, nämlich die, welche mit der Luft in Berührung steht, ist häufig weit dicker als die andern, so daß diese Dicke in gewissen Fällen sogar die Hälfte der Zelle ausmacht (Fig. 91, e). Diese Wand ist gewöhnlich eben und die gleichförmige Oberfläche der Epidermis ist eine Folge davon. Bisweilen wölbt sich aber auch jede Zelle an ihrem Gipfel, und dann erscheint die Oberfläche der Epidermis, wenn man sie mit dem Vergrößerungsglase betrachtet, gleichsam ganz warzig oder stachlicht (Fig. 86, e').

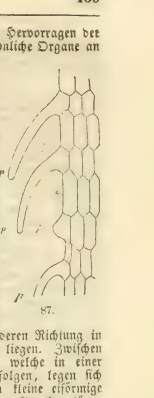


86.

85. Stück einer Epidermis von der untern Fläche eines Krappblattes (Rubia tinctorum). — e Zellen der Epidermis. — s Spaltöffnung.

86. Horizontale Schnitte von der Epidermis eines Blattes der Aeckea falcata. — Eine Epidermis e besteht aus zwei Schichten von Zellen; die der äußeren Schichte e' sind sehr dick und angeschwollen; die der inneren, welche in s von einer Spaltöffnung durchbrochen sind, sind sehr klein und sogar noch kleiner als das Grüne, unten liegende Parenchym p. — t Gruben, wovon eine einer Spaltöffnung entspricht.

Eine Stufe weiter in dem äußeren Hervorragen der Zellen fangen Haare oder andere ähnliche Organe an (Fig. 87, p). Ihre ausführliche Untersuchung, welche die allgemeinere Darstellung, mit der wir uns hier beschäftigen, zu sehr unterbrechen würde, soll weiter unten vorkommen.



87.

§. 40. Spaltöffnungen.

Die äußere Oberfläche der Epidermis hat an allen der Luft ausgesetzten Theilen von Weite zu Weite kleine Flecken. Durch eine, vermittelst hinreichender Vergrößerungen angestellte Untersuchung erfährt man, daß es Unterbrechungen der Stetigkeit sind, welche ein besonderer Wulst umgibt. Wenn man auf diese Weise ein kleines Stück von dem Blatte der gemeinen Iris (Fig. 82) untersucht, so wird man finden, daß es aus Zellen besteht, welche auf der Oberfläche der Epidermis nach der Richtung des Blattes hin längliche Sechsecke bilden und nach der anderen Richtung in geradlinigten sehr schmalen Reihen liegen. Zwischen die kleinen Seiten der Sechsecke, welche in einer und derselben Reihe aufeinander folgen, legen sich in ziemlich nahen Zwischenräumen kleine eiförmige Körper (88), die in ihrem Mittelpunkte eine längliche Spalte haben, welche ihr hervorstehender Umfang umgibt. Dieser Umfang besteht aber nicht aus einem einzigen Stücke, sondern aus zwei, etwas bogenförmig geschweiften Theilen, die ihre hohle Seite nach der Spalte, ihre erhabene aber nach außen richten und sich an ihren Endpunkten mit einander verbinden. Es sind Organe, deren Gestalt an den meisten Pflanzen der von uns so eben an der Iris beschriebenen Gestalt mehr oder weniger nahe kommt.

Wir halten uns damit nicht auf, hier alle kleine Gestaltsveränderungen zu beschreiben, die man in den verschiedenen Abstufungen zwischen einer vollkommenen Rundung und einer sehr engen und verlängerten Ellinie antreffen kann. Sogar die Gestaltsveränderung einer und derselben Spaltöffnung kann man sehen, wenn man nur die Bedingungen, in denen sie sich in Beziehung auf Feuchtigkeit und Trockenheit befindet, verändert, und man übergeugt sich davon, wenn man zwei Hälften eines und desselben Stückchens, wovon die eine angefeuchtet, die andere trocken ist, unter dem Mikroskope mit einander vergleicht. Bei der ersten schwellen die Lippen der Spaltöffnungen an, und durch die Vergrößerung ihrer bogenförmigen Krümmung wird der zwischen ihnen befindliche Raum weit klaffend; bei der zweiten sind die Lippen verengt, genähert und stoßen aneinander an. Begreiflicherweise muß also im Leben der Pflanze das Zuströmen der Flüssigkeiten die erste von diesen zwei Wirkungen hervorbringen, nämlich die Spaltöffnungen offen und auf diese Weise die Verbindung nach außen und mit den von der Epidermis eingehüllten Theilen ungestört zu erhalten.

§. 41. Die Spaltöffnungen bemerkt man nicht ohne Unterschied an allen der Luft ausgesetzten Theilen der Pflanze; an den Blättern und besonders an der unteren Fläche derselben sind sie sehr häufig; ihre Zahl ist nach den Pflanzen sehr verschieden, und natürlicherweise um so größer, je kleiner die Spaltöffnungen sind.

Um diese Verschiedenheiten durch einige Beispiele zu erklären, wollen wir die annähernden Zahlen nehmen, mit welchen uns die Beobachter in Beziehung auf die Blätter gewisser Pflanzen bekannt gemacht haben.

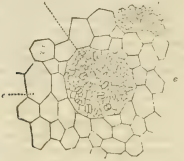
87. Theil einer Epidermis von einer jungen Kroppwurzel. Mehrere Zellen p bilden bei ihrer Verlängerung Haare. Andere sind platt geblieben.

Die Spaltöffnungen, welche in der Fläche eines Quadratzolles auf der Epidermis des Blattes gezählt wurden, haben folgende Zahlen gegeben:

	Obere Fläche.	Untere Fläche.
1. Mistel (Viscum album) . .	200	200
2. Iris (Iris germanica) . .	11,572	11,572
3. Gartennelke (Dianthus caryophillus)	38,500	38,500
4 Wassermegerich (Alisma plantago)	12,000	6,000
5 Kohlrabi (Cohona arandens) . .	0	20,000
6. Lilak (Syringa vulgaris) . .	0	160,000

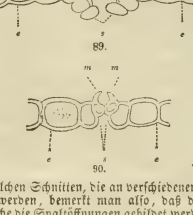
Diese kleine Anzahl von Beispielen, die aus einer sehr großen Menge herausgenommen wurden, wird hinreichend sein, den außerordentlich großen Unterschied zu zeigen, den man in der absoluten Zahl der Spaltöffnungen auf verschiedenen Blättern und in ihrer relativen Zahl auf den verschiedenen Theilen eines und desselben Blattes finden kann. Dieses letztere Verhältniß bezeichnet den Grad der Verschiedenheit, die zwischen den zwei Flächen eines Blattes stattfindet, sehr genau, wie wir auch weiter unten sehen werden.

§. 42. Die Lage der Spaltöffnungen ist verschieden, wie ihre Menge. Bald scheinen sie ohne irgend eine Ordnung vorzukommen (Fig. 84, ssss), bald zeigen sie sich in geradlinichten Reihen, und dies gewöhnlich, wenn die Zellen der Epidermis selbst diese Lage annehmen (Fig. 82). Bisweilen sind diese Reihen unter sich durch gleiche Zwischenräume getrennt; wieder ein andermal kommen sie zu zweien, zu dreien vor, sodann kommt ein ziemlich breiter Gürtel, der durchaus keine Spaltöffnungen hat; darauf ein neuer Gürtel, wo sich die Reihen begegnen. In diesen verschiedenen Fällen und gewöhnlich bleiben die Spaltöffnungen etwas von einander entfernt; in andern Fällen aber, obgleich sehr selten, nähern sie sich, und mehrere drängen sich gleichsam neben einander und die Oberfläche enthält, mit Ausnahme dieser kleinen Gruppen, anderswo keine mehr (Fig. 88). Die Familie der Proteaceen, die der Begoniaceen und die Steinbrecharten liefern mehrere Beispiele dieser eigenthümlichen Stellung.

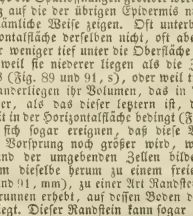


88.

§. 43. Die Lage der Spaltöffnungen in Beziehung auf die Oberfläche der Epidermis ist auch nicht immer dieselbe. Davon kann man sich aber nicht mehr durch die Untersuchung eines plattgelegten Lappens von einer Epidermis überzeugen; zu dieser Beobachtung müssen sehr dünne Schnitte, die mit der Oberfläche senkrecht laufen, gemacht und eine Spaltöffnung n diesen Schnitt gebracht werden, was für den Fall, wo die Spaltöffnungen ziemlich groß sind, nicht sehr schwer ist, und was der Zufall, wenn man viele Schnitte macht, fast unfehlbar herbeiführt. Durch diese Art von Schnitten kann man auch allein in gewissen Fällen das Dasein mehrerer zu Bildung der Epidermis über einander liegender Schichten nachweisen (Fig. 86 und 92, e) und die Gestalt der Zellen vollends bestimmen, von denen man sonst nur den Umriß der äußern Wand sich abbilden sah.

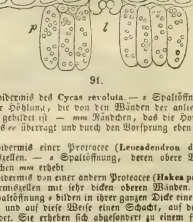


89.



90.

Auf solchen Schnitten, die an verschiedenen Pflanzen gemacht werden, bemerkt man also, daß die Zellen, durch welche die Spaltöffnungen gebildet werden, sich in Beziehung auf die der übrigen Epidermis nicht immer auf die nämliche Weise zeigen. Oft unterbrechen sie die Horizontalfläche derselben nicht, oft aber sind sie mehr oder weniger tief unter die Oberfläche getrieben, entweder weil sie niederer liegen als die Zellen der Epidermis (Fig. 89 und 91, s), oder weil trotz ihrem Nebeneinanderliegen ihr Volumen, das in der Regel weit kleiner, als das dieser letztern ist, diese Verschiedenheit in der Horizontalfläche bedingt (Fig. 83, s). Es kann sich sogar ereignen, daß diese Vertiefung durch den Vorsprung noch größer wird, welcher die obere Wand der umgebenden Zellen bildet, indem er sich um dieselbe herum zu einem freien Rande (Fig. 89 und 91, mm), zu einer Art Randstein für den kleinen Brunnen erhebt, auf dessen Boden die Spaltöffnung liegt. Dieser Randstein kann sogar ohne Vertiefung vorhanden sein, oder der Spaltöffnung selbst gehören (Fig. 90, mm). Natürlicherweise können daraus Täuschungen entstehen, wenn man die Spaltöffnung nicht mehr nach einem Vertikalschnitte, sondern nach einem horizontal gelegten Lappen betrachtet, und da es in einem solchen Falle nicht mehr unmittelbar, sondern durch den Randstein oder durch die benachbarten Zellen, die es überragen, wahrgenommen wird, so bekommt es unvermeidlich ein verschiedenes und falsches



91.

88. Epidermislappen von dem Blatte des **Saxifraga sarmentosa.** — *ss* Spaltöffnungen, die auf der Oberfläche der Epidermis, deren Zellen um sie herum weit kleiner werden als in den Räumen *er*, wo sich keine finden, gruppenweise vereinigt sind.

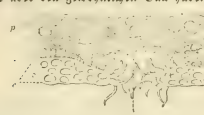
89. Epidermis des **Cycas revoluta.** — *s* Spaltöffnung auf dem Grunde einer Höhlung, die von den Wänden der anliegenden Epidermiszellen gebildet ist — *mm* Rändchen, das die Horizontalfläche der Epidermis *ee* überragt und durch den Vorsprung eben dieser Zellen gebildet ist.

90. Epidermis einer Proteacee (**Leucadendron decorum**). — *ee* Epidermiszellen. — *s* Spaltöffnung, deren obere Wand sich zu einem Rändchen *mm* erhebt.

91. Epidermis von einer andern Proteacee (**Hakea pachyphylla**). — *ee* Epidermiszellen mit sehr dicken oberen Wänden. Die in der Nähe der Spaltöffnung *s* bilden in ihrer ganzen Dicke einen Vorsprung um dieselbe, und auf diese Weise einen Schacht, auf dessen Grunde sie sich befindet. Sie erheben sich abgesondert zu einem freien Rande, der das Rändchen *mm* derselben bildet. — *p* Unterliegendes Parenchym mit Zellen voll Körner und Chlorophyll. — *l* Grube.

Aussehen. Diese Verwechslung der benachbarten Zellen mit der Spaltöffnung konnte dieser eine Zusammensetzung und Formen verleihen, die mannigfaltiger sind, als die, welche sie wirklich besitzt.

§. 44. Wenn sich die Spaltöffnungen gruppenweise vorfinden, so nehmen diese Gruppen gewöhnlich den Boden einer Höhlung ein, die man natürlich anfangs für die Spaltöffnung selbst gehalten hatte. Dies sieht man z. B. an dem Blatte des Oleanders (Nerium oleander). Die obere Fläche desselben zeigt durchaus keine Spaltöffnungen, die untere hat von Weite zu Weite kleine Löcher, die an ihrer Oeffnung enger als in ihrer weiteren Ausbehnung und ganz mit Haaren besetzt sind (Fig. 92). Auf dem Boden dieser Löcher und ganz in Haare eingehüllt, hat man sehr kleine Spaltöffnungen entdeckt, welche aber den gewöhnlichen Bau haben.



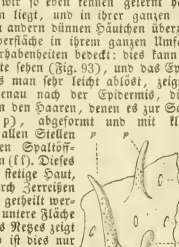
92.

§. 45. Worin besteht denn nun die eigentliche Natur der Spaltöffnungen? Es hat in dieser Beziehung einige Meinungsverschiedenheiten gegeben und gibt es noch. Sogar die Namen, die man ihnen gegeben hat, beweisen es. Man hat sie verlängerte, ausdünstende, rindenartige Poren, hirsekörnichte, rindenartige, zur Epidermis gehörige Drüsen genannt. Sollten es wirklich Drüsen sein? Man gibt aber diesen Namen einem Theile, welcher der Sitz der Erzeugung einer eigenthümlichen Materie ist, und die sorgfältigste Beobachtung hat noch keine solche Materie in den Spaltöffnungen entdecken können. Bisweilen hat man zwar ein Ausschwitzen in der Spalte gefunden; bei Untersuchung seines Ursprungs aber hat man denselben in einem mehr oder minder entfernten Punkte und nicht in den beiden Körpern entdeckt, welche die Lippen der Spaltöffnung bilden. Diese Körper sind inwendig hohl und enthalten Kügelchen oder Körnchen (Fig. 83 u. 84, s) von verschiedenen Naturen, bisweilen farblos, oft auch vom Chlorophyll grün gefärbt. Augenscheinlich sind es zwei Zellen, deren Produkte mit denen der unmittelbar unter der Epidermis liegenden Zellen fast ganz gleich sind, und wenn man sie nicht immer mit dieser wegnähme, so könnte man glauben, daß sie weniger zu ihr, als zu der unten liegenden Zellenmasse gehören. Wir haben gesagt, daß sie ihr wirklich ihrem Inhalte nach gleichen; sie kommen denselben auch bisweilen rücksichtlich ihrer Gestalt sehr nahe, während sie sich in dieser Beziehung von den Epidermiszellen auffallend unterscheiden, welche überdies gewöhnlich mit einer farblosen Flüssigkeit angefüllt und daher nach der mehr oder minder großen Dicke ihrer Wand weiß oder durchsichtig sind.

§. 46. Wir haben bis jetzt die Epidermis an den der Luft ausgesetzten Pflanzentheilen untersucht, und sogar die Pflanzen von einer niederern Ordnung ausgeschlossen. Bei den Pilzen, Moosen u. s. w. kann man auch wirklich nicht sagen, daß sie eine eigentliche Epidermis haben; das die Masse der Pflanze bildende Zellgewebe wird an seiner Oberfläche gar nicht oder nur höchst unbedeutend modifizirt. Nacktkeimende Pflanzen, die schon eine complicirtere Organisation haben, wie die Aroone und Farnkräuter, lassen sich in Beziehung auf ihre Epidermis, welche eine ähnliche Struktur und Spaltöffnungen hat, mit den einlappigen Pflanzen vergleichen. Die Wasserpflanzen haben durchaus keine Spaltöffnungen und sogar keine Epidermis, und dahin gehören nicht bloß die, welche Familien ausmachen, die, wie die Meergräser, durch ihre einfache Organisation auf der niedrigsten Stufe der Pflanzenleiter stehen, sondern auch Pflanzen, welche ohne Widerspruch zu den höchsten Familien auf dieser Leiter gehören. Das Mittel, in welchem eine Pflanze lebt, bestimmt das Dasein oder Nichtdasein der Epidermis. Dies ist so wahr, daß an den Blättern, welche flach auf dem Wasser schwimmen, die obere Fläche, welche mit der Luft in Berührung steht, mit einer Epidermis und Spaltöffnungen versehen ist, die untere aber weder die eine noch die anderen hat.

§. 47. Die Wurzeln, welche, obgleich nicht so unbedingt, der Berührung der Luft entzogen sind, haben gleichfalls keine Spaltöffnungen (Fig. 87) und obgleich man an denselben eine Epidermisschichte wahrnimmt, so unterscheidet sie sich doch gewöhnlich weit weniger von dem unten liegenden Gewebe als die Epidermis des Stengels und bisweilen verschwindet dieser Unterschied ganz.

§. 48. Epidermishäutchen. — Wir haben gesagt, daß ein längeres Einweichen die Epidermis in zwei Theile spalte, wovon der eine, die eigentliche Epidermis, die wir so eben kennen gelernt haben, mehr nach Innen liegt, und in ihrer ganzen Ausdehnung von dem andern dünnen Häutchen überzogen ist, das ihre Oberfläche in ihrem ganzen Umfange, in allen ihren Erhabenheiten bedeckt: dies kann man an dem Kohlblatte sehen (Fig. 93), und das Epidermishäutchen, das man sehr leicht ablöst, zeigt sich alsdann ganz genau nach der Epidermis, die es überzog, sogar in den Haaren, denen es zur Scheide diente (p p p p), abgeformt und mit kleinen Knopflöchern an allen Stellen versehen, die den Spaltöffnungen entsprechen (ff). Dieses Häutchen ist eine fettige Haut, und kann nur durch Zerreißen in kleinere Theile getheilt werden. Wenn seine untere Fläche oft die Spur eines Netzes zeigt (Fig. 82, p), so ist dies nur der Abdruck, den die Oberfläche der Epidermiszellen (p), mit welchen sie in Berührung stand, auf demselben zurückgelassen hat.



93.

Dieses Häutchen kommt sogar häufiger vor, als die Epidermis selber. Sein Dasein ist an den niederern Pflanzen, welche keine eigentliche Epidermis haben, und an den Wasserpflanzen nachgewiesen worden; auch haben mehrere Schriftsteller den Vorschlag gemacht, demselben allein den Namen Epidermis zu lassen. Sein beständiges Vorkommen und seine Stetigkeit hat Mohl auf eine sinnreiche Theorie über die Natur desselben gebracht, die sich an eine andere Theorie dieses geschickten Anatomen, die wir bereits §. 15 angegeben haben, anreiht. Man erinnert sich, daß er das Dasein einer Materie annimmt, die sich zwischen die einfachen Organe lege, ihnen zum Vereinigungsmittel diene und auf diese Weise ein stetiges Ganzes in der Pflanze bilde, während alle diese Organe, Gefäße, Fasern und Zellen bestimmt und von einander unterschieden sind. Das Epidermishäutchen wäre daher nur dieser nämliche

92. Theil eines senkrechten Schnittes von der untern Fläche des Oleanderblattes. — e Epidermis, aus mehreren Reihen über einander liegender Zellen gebildet. — p Parenchym. — c mit Haaren besetzte Höhlung, auf deren Boden mehrere Schriftsteller Haufen von Spaltöffnungen entdeckt haben.

93. Stück des Epidermishäutchens, das durch Einweichen eines Kohlblattes abgelöst wurde. Man sieht auf demselben die Scheiden, welche Haaren in verschiedenen Graden ihrer Entwicklung entsprechen (p p p p), und die Spalten (f f), welche den Spaltöffnungen entsprechen.

Zwischenzellenstoff, der bei seinem Abformen auf der Oberfläche, wie er sich auf den Wänden aller Organe abformte, auf derselben eine stetige Schicht bilden muß. Meyen hingegen ist der Meinung, daß es nur ein künstlich abgelostes Blatt von der äußern Wand der Epidermiszellen sei, einer Wand, die, wie die von allen Zellen, durch das Auseinanderlegen nachfolgender Zellen sich vergrößert hat, und wovon die äußeren sich gar wohl durch das Einweichen in ein Häutchen ablösen konnten; er läugnet also die genaue Stetigkeit der Haut, die aus einer großen Menge kleiner ganz innig verwachsener Fächer gebildet sein müßte; er erklärt sich aber übrigens gar nicht über den Fall, wo ein Häutchen ohne Epidermis vorkommt, ein Fall, wo die Außenwand der äußersten Zellen doch nicht dicker sein kann, als ihre anderen Wände, z. B. in den Potamogeton.

Ab. Brongniart, dem man die vollständige Kenntniß dieses Häutchens verdankt, hat sich über sein Entstehen nicht ausgesprochen. Er gibt bloß, aber auf eine zweifelhafte Weise, die Möglichkeit an, daß es aus Körnchen bestehe, weil es auf seiner inneren Fläche bei einigen Pflanzen ein sehr körnichtes Gewebe habe; bei vielen andern aber findet dies nicht Statt.

Nach Untersuchung der gemeinschaftlichen Hülle der Grundorgane, wollen wir wieder auf dieselbe zurückkommen.

§. 49. Wir haben gesehen, daß sich die Achse der jungen Pflanze nach zwei entgegengesetzten Richtungen entwickle, und wir haben ihren obern Theil, welcher Blätter trägt, gewöhnlich aufsteigend ist und mit der Luft in Berührung steht, Stamm, und ihren untern Theil, welcher keine Blätter hat und sich in den meisten Fällen in die Erde versenkt, Wurzel genannt. Der gemeinschaftliche Ausgangspunkt dieser beiden Theile, der, wo sie sich berühren und sich mit einander fortsetzen, ist Hals oder Lebensknoten genannt worden, weil man ihn als den Mittelpunkt des Pflanzenlebens ansah und ihm also eine Wichtigkeit beilegte, die er wirklich nicht hat; man hat ihn auch Verengung genannt, wegen der Verengung der Achse, welche seine Stelle oft in der sehr jungen Pflanze bezeichnete. Später werden gewöhnlich alle diese Angaben schwächer und verwischen sich, und es wird, nach Verlauf von einigen Jahren, der Vegetation ziemlich schwer, den wirklichen Platz des Halses zu bestimmen.

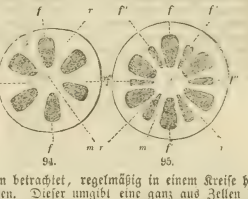
Wir wollen jetzt zuerst, und zwar nach der Reihe, diese zwei Theile der Achse, den Stamm und die Wurzel, sodann die Seitenorgane, die Blätter, welche aus dem Stamme entspringen, genau untersuchen.

Stamm.

§. 50. Die entwickelten Stämme zeigen, je nachdem der Embryo nackkeimend oder monokotyledonisch (einlappig) oder dikotyledonisch (zweilappig) ist, zu große Verschiedenheiten, als daß ihre gemeinschaftliche Untersuchung einige Verwirrung mit sich führen könnte und daß es vorzüglicher scheinen sollte, diese drei Klassen jede für sich abzuhandeln. Wir wollen mit der Klasse der Dikotyledonen anfangen, da sie uns den besten Anfangspunkt, das beste Vergleichungsobjekt mit den andern darbieten. Diese Klasse enthält auch wirklich alle Bäume unserer Klimate, so daß man sie in allen Zeiten ihrer Entwicklung, an mannigfaltigen Arten, unter einer großen Menge von verschiedenen Umständen beobachten, und daß der Zögling ohne Mühe die Gegenstände seines Studiums in seiner Nähe finden kann.

Stamm der Dikotyledonen.

§. 51. In dem Embryo war der kleine Stamm, wie alle andere Theile, schon ganz aus Zellgewebe gebildet. Unter dem Keimen fangen, etwas früher oder etwas später, einige Zellen an, sich zu Fasern zu verlängern, sich zu Gefäßen zu organisiren, und man sieht, wie sie sich bei ihrer Vervielfältigung in mehrere Büschel gruppiren (Fig. 94, fi), die, zu-



94. 95.

sammen betrachtet, regelmäßig in einem Kreise herumliegen. Dieser umgibt eine ganz aus Zellen bestehende, im Mittelpunkte befindliche Kreisfläche, welche das Mark (m) ist, und ist selbst wieder von einem äußeren, gleichfalls aus Zellen bestehenden Gürtel (pe) umgeben, welcher zur Rinde gehört; die Büschel sind durch Streifen aus Zellgewebe (r) von einander getrennt, welche eine Verbindung zwischen dem Zellgewebe des Marks und dem der Rinde herstellen; diese Streifen sind die ersten Markstrahlen.

§. 52. Im Anfange waren diese Strahlen, der Zahl nach, den Büscheln nothwendigerweise gleich und sehr breit. Etwas später sind sie schmäler und zahlreicher, weil sich in ihrer Dicke (Fig. 95) neue Büschel (f' f') entwickelt haben, die sich zwischen die ersten hineinschoben (ff). Nach einiger Zeit haben sich die Büschel so vervielfältigt und einander genähert, daß sie einen ununterbrochenen Kreis bilden, durch den die Markstrahlen nur als sehr feine Linien hindurchgehen. Der Stamm besteht alsdann von innen nach außen: 1) aus dem Parenchym des Markes; 2) aus der, aus faserigen Gefäßen bestehenden Kreisfläche; 3) aus dem Parenchym der Rinde; 4) aus der Epidermis.

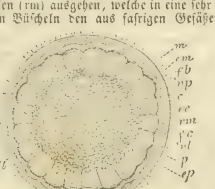
§. 53. Der Stamm der krautartigen Pflanzen, der Pflanzen, welche nur ein Jahr lang leben, bleibt gewöhnlich bei dieser Gränze, oder sogar bei einem der vorhergehenden Zustände stehen. Die Menge des Markes und der Markstrahlen ist in denselben in Beziehung auf den aus faserigen Gefäßen bestehenden Theil sehr groß.

§. 54. Der Stamm der holzichten Pflanzen, der Pflanzen, welche mehrere Jahre ausdauern, erleidet noch weitere Veränderungen. Bis dahin konnte er aber mit dem der einjährigen Pflanzen verglichen werden; er war in dem krautartigen Zustande und bot das nämliche Verhältniß in seinen Theilen dar, außer daß die aus faserigen Gefäßen bestehende Kreisfläche in demselben vollständiger und fester ist. Ein einjähriger Zweig von einem unserer Bäume ist also ganz dazu tauglich, alle diese so eben angegebenen, auf einander folgenden Veränderungen zu verfolgen. Dieser Zweig wächst oben, so daß seine Grundfläche derjenige Theil ist, der am frühesten gebildet wurde, während seine Spitze es kaum noch ist. Seine verschiedenen Höhen zeigen also die nämlichen Verschiedenheiten, welche mehrere Stämme von derselben Pflanze zu verschiedenen Zeiten der Entwicklung, von der an, wo sie noch im Zustande des Embryo sind, welche der Gipfel des Zweiges anzeigt, bis zu der, welche sein Wachsthum von einem Jahre beendigt

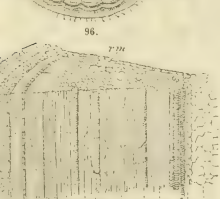
hat, und welche die Grundfläche angibt, darbieten würden. Wenn man sehr dünne Horizontalschnitten von verschiedenen Höhen dieses Zweiges mit einander vergleicht, so kann man sehr leicht und sehr schnell alle Veränderungen darthun, welche in einem Lebensjahre eines Stammes vorkommen, und die Beschaffenheit der Grundfläche dient ihrerseits durch die Vergleichung mit den Modifikationen, welche das folgende Jahr mit sich bringen wird, oder mit andern Worten, welche man an einem Zweige vom zweiten Jahre beobachten wird, zum Ausgangspunkte.

§. 55. Wir wollen jetzt ausführlich die Elemente aufsuchen, woraus dieser einjährige Zweig besteht, und da ein Beispiel diese Untersuchung klarer und deutlicher machen wird, so wollen wir einen Zweig von dem gemeinen Ahorn nehmen, und alle seine Theile von innen nach außen beschreiben, indem wir sie gehörig vergrößern, um die Natur aller Elementarorgane, woraus sie bestehen, genau zu bestimmen.

Wir wollen einen kleinen, sehr dünnen Horizontalschnitt gegen die Höhe des Zweiges hin machen, da wo er ungefähr anderthalb Millimeter im Durchmesser hat (Fig. 96). Sein Umfang ist kreisförmig, oder nähert sich einem Sechsecke. Das Mark (Fig. 96, m), das in seinem Mittelpunkte liegt, nimmt die Hälfte des ganzen Durchmessers oder sogar noch mehr ein. In der Mitte besteht es aus großen, locker mit einander verbundenen, durchsichtigen, dodecaedrischen oder kugelförmigen Zellen; gegen die Peripherie hin werden die Zellen auf eine progressive Weise kleiner (Fig. 97, m) und färben sich grün, so daß der Umfang des Markes einen ziemlich dunkelgrünen Gürtel von einem feinen und dichten Gewebe bildet, einen Gürtel, von dem die gleichfarbigen Markstrahlen (rm) ausgehen, welche in eine sehr große Menge von Büscheln den aus fasrigen Gefäßen bestehenden Gürtel eintheilen, den wir außerhalb des Markes finden, und der mit demselben concentrisch ist. Diese Büschel (fb) unterscheiden sich durch ein weit dichteres Gewebe von demselben.



96.



97.

Fig. Horizontale Schnitte von einem jungen Ahornzweige (Acer campestre) unter einer sechshundertfachen Vergrößerung. — m Mark; — cm Markröhre; — fb Holzbüschel; — vp punktirte Gefäße; — rm Markstrahlen; — c Cambium; — fc rindenartige Fasern; — el Saftgefäße; — ee Zellenhülle; — p korkartige Hülle; — ep Epidermis.

97. Vertikalschnitte des nämlichen Zweiges, die parallel nach dem Durchmesser mit der Mitte eines von den Holzbüscheln gemacht und noch mehr als die vorhergehende vergrößert ist. — t Luftgefäße. Alle andern Buchstaben haben die nämliche Bedeutung, wie in der vorhergehenden Figur.

Sie haben alle die Gestalt eines abgestumpften Keils. Wenn man die horizontale Schnitte betrachtet, so kommt man sogleich auf den Gedanken, daß sie aus verschiedenen Elementen bestehen müsse, weil man mitten in einem dichten, mit kleinen Löchern besäßten Gewebe, andere weit größere und klaffende Oeffnungen sieht. Wenn man die Theile dadurch zu bestimmen sucht, daß man sie unter einer starken Vergrößerung an einem äußerst dünnen Vertikalschnitte in Beziehung auf ihre Durchsichtigkeit betrachtet oder sie mit einer äußerst feinen Nadelspitze von einander losmacht, so erkennt man, daß die großen Oeffnungen Gefäßen gehören (Fig. 97, vp), daß der übrige Theil des Gewebes, der fast voll zu sein schien, aus Fasern von mittlerer Länge bestehe, deren Wände ziemlich dick sind, und demnach der innere Kanal sehr fein ist, so daß ihre Oeffnungen sich nur noch als kleine Punkte zeigen können. Sie zeigen sich meistentheils in Reihen, welche von dem Centralkanale als Radien auslaufen. Nicht alle Gefäße gehören zu derselben Ordnung; die größeren und äußeren sind punktirte Röhren (vp), während in unmittelbarer Berührung mit dem Marke entrollbare Luftgefäße liegen (t). Sie behaupten immer diese Stelle in dem Stamme und nie eine andere. Sie sind es, welche sich unter den Gefäßen zuerst gebildet haben. Dieses Ganze von Luftgefäßen und Fasern, die ersten gebildeten Theile des Holzes, und die das Mark unmittelbar umgeben, haben den Namen Markröhre (Fig. 96, cm) erhalten.

§. 56. Außerhalb eines jeden aus faserigen Gefäßen bestehenden Büschels bemerkt man auf dem Horizontalschnitte einen andern Haufen von Fasern (Fig. 96 und 97, fc) von einem matteren Weiß, die in Form eines Halbmondes, der seine convere Seite nach außen kehrt, unter sich verbunden sind. Dieser Halbmond ist von dem übrigen Theile des Büschels durch einen Gürtel von grünlichem Zellgewebe geschieden (c). Dieser Gürtel verdient unsere Aufmerksamkeit; denn er scheidet die Rinde von dem Holze und wird später der Sitz der Bildung neuer Schichten, von denen das Wachsthum des Stammes in die Dicke herrührt. Diese Fasern, welche er von dem Holze absondert, sind die längeren Rindenfasern, die zäher als die Holzfasern sind.

In dem Augenblicke, wo man den Ahornzweig durchschneidet, sieht man eine weißliche und milchige Flüssigkeit herausschwitzen. Sie kommt aus der Rinde heraus, unmittelbar außerhalb des Büschels der Rindenfasern und die mikroskopische Untersuchung zeigt hier ein System von eigentlichen Gefäßen oder Saftgefäßen (Fig. 96 und 97, vl).

Noch weiter nach außen finden wir nichts mehr als Zellen, deren Ganzes das Rindenparenchym bildet. Es ist mit einer röthlichen Haut überzogen: dies ist die Epidermis (ep), die aus einer einzigen Reihe von Zellen gebildet und auf ihrer ganzen Oberfläche mit einem kleinen, feinen und weißlichen Flaume bedeckt ist. Wir haben bereits die Bildung dieser Haare angegeben, welche selbst wieder nichts anderes sind als Epidermiszellen, die in ihrer Gestalt modifizirt wurden.

Unter ihr finden wir mehrere Reihen von Zellen, die kubisch oder wie die der Strahlen in horizontaler Richtung verlängert sind (Fig. 97, p), die sich aber in ihrer Gestalt und Farbe in etwas von den Epidermiszellen unterscheiden. Die mehr nach außen liegenden haben noch etwas von ihrer röthlichen Farbe, die inneren sind dagegen braun. Die Reihen sind nach regelmäßigen, in einander befindlichen Schichten

geordnet. In dem bräunlichen Gürtel befindet sich ein anderer grüner (Fig. 96 und 99, ee) der aus Zellen gebildet ist, die mit Chlorophyll angefüllt sind. Diese unterscheiden sich nicht bloß durch ihre Farbe, sondern auch durch ihre rundere oder polyedrische Gestalt. Sie sind auch nicht so regelmäßig und in Reihen geordnet, die in concentrischen Schichten in einander liegen. Wir sehen also, daß man in dem Rindenparenchyme zwei Systeme findet: das äußere, mit rechtwinklichten und bräunlichen Zellen, welche Mohl die korkartige Schichte oder Hülle genannt hat (p), und die innere, von grüner Farbe, welche den Namen zellige Decke (ee), mit welchem man ehemals das Ganze dieser Schichten von so verschiedener Natur bezeichnete, beibehalten hat.

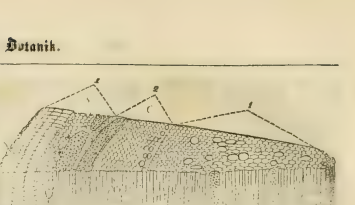
In der grünen zelligen Decke sieht man die Markstrahlen (rm), welche selbst diese Farbe haben, auslaufen. Jeder von ihnen besteht aus einer oder mehreren Zellenreihen, welche, zwischen die holzigen Büschel gepreßt, bald zusammengedrückt werden, sich in der nämlichen Richtung des Strahls verlängern und durch ihre Vereinigung dünne Streifen bilden. Man hat diswegen das Gewebe dieser Streifen mauerförmig genannt, indem man dasselbe mit einer Mauer verglich, bei welcher die abgeplatteten und schichtenweise übereinander liegenden Zellen die Steine vorstellen würden.

§. 57. Ein einjähriger Zweig, den wir an dem gemeinen Ahorne untersucht haben, der aber an den meisten unserer dikotyledonischen Bäume die nämlichen Theile, bloß in mehr oder weniger verschiedenen Größen und Formen, gezeigt haben würde, stellt also gleich anfangs zwei sehr von einander verschiedene Systeme dar: ein inneres, das holzichte; ein äußeres, das rindenartige; beide Systeme sind durch einen Zellengürtel von einander getrennt.

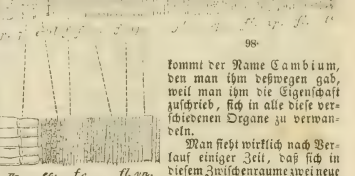
Das holzichte System besteht selbst wieder aus dem Marke im Mittelpunkte und aus einem äußeren Gürtel von Faserbüscheln; diesen machen erstens im Innern die zuerst entwickelten und unmittelbar auf dem Marke liegenden Luftgefäße, die um dasselbe herum mit einigen untermengten Fasern die Markröhre bilden, zweitens weiter nach außen Haufen von Fasern aus, unter denen sich Spiralgefäße von einer andern Ordnung befinden.

Das rindenartige System besteht unter der Epidermis aus drei deutlichen Schichten: den beiden äußern Zellenschichten, der Epidermis und der eigentlichen Zellendecke, an deren Gränze sich Saftgefäße befinden, und der inneren saftigen Schichte, in welcher eben diese Gefäße auch vermengt vorkommen.

§. 58. Wir wollen alle diese so bestimmte Theile in einem zweijährigen Zweige mit einander vergleichen (Fig. 98). Im Frühlinge zeigt sich der kleine Zellengürtel, von dem wir gesehen haben, daß er zwischen den holzichten und rindenartigen Systemen liege, weit schmäler und gleichsam mit einer flüssigen Gallerte angefüllt. Diese Gallerte verdichtet sich stufenweise, und geschickte Beobachter kommen darin überein, daß sich in demselben die Organisation eines entstehenden Zellengewebes erblicken lasse, obgleich sie bei ihrem immer weiteren Zurückgehen, um seine Bildungsweise zu bestimmen, zu einigen Meinungsverschiedenheiten veranlaßt wurden, was begreiflich ist, wenn es sich davon handelt, Theile von einer außerordentlichen Feinheit, die zugleich fast noch flüssig sind, zu bestimmen. Dem sei nun wie ihm wolle; es zeigen sich in diesem Gewebe später alle Entwicklungen von Elementarorganen, die denen ähnlich sind, die wir in dem einjährigen Zweige gefunden haben, und daher



98.



99.

kommt der Name Cambium, den man ihm deßwegen gab, weil man ihm die Eigenschaft zuschrieb, sich in alle diese verschiedenen Organe zu verwandeln.

Man sieht wirklich nach Verlauf einiger Zeit, daß sich in diesem Zwischenraume zwei neue Gürtel (Fig. 98, 2) gebildet haben; der eine ein rindenartiger (lc), der andere ein holzichter (l), welche in der Regel den Gürteln vom ersten Jahre ähnlich sind, auf welchen sie sich anlegen und sich so zu sagen abformen; der rindenartige besteht aus Fasern, wie die innere Schichte der Rinde, mit welcher er in Verbindung steht; der holzichte, aus Fasern und Spiralgefäßen, wie der äußere Theil des Faserbüschels, neben welchem er sich anlegt; denn er nimmt an der Natur seines inneren Theiles oder der Markröhre keinen Theil; man findet nie Luftgefäße in demselben. Der Theil des Cambiumgürtels, welcher den Zellenstrahlen entspracht, wird wie das frühere Gewebe, mit dem er in Beziehung steht, organisirt und bleibt zellenförmig, so daß der Strahl ohne Unterbrechung und ohne Modifizirung durch die neuen Schichten fortgeht.

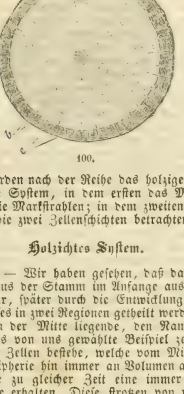
Was in diesem zweiten Jahre vorgegangen ist, wiederholt sich im dritten und in allen nachfolgenden Jahren. Jedes erzeugt zwischen dem im vorhergehenden Jahre gebildeten Holze und Rinde wieder seine Holz- und Rindenschichte, und auf diese Weise erhält man nach Verfluß einiger Jahre eine gewisse Anzahl concentrischer Holz- und Rindenschichten. Die Holzschichten sieht man deutlich, und sie machen durch ihr Ganzes beinahe die ganze Dicke des Zweiges aus, während die äußerst dünnen Rindenschichten selbst nur eine sehr dünne Schichte bilden, wo sie sich also auch nicht wohl von einander unterscheiden.

§. 59. Diese Veränderungen, die wir an einem Ahornzweige vor sich gehen sahen, hätten wir, einige Modifikationen abgerechnet, an den meisten anderen Bäumen unserer Klimate beobachten können, und diese Untersuchung eines einzelnen Beispiels kann, bis auf einen gewissen Punkt hin, für die Untersuchung der Stämme der Dikotyledonen im Allgemeinen gelten. Wir wollen dem ungeachtet die Begriffe, auf die wir uns anfangs beschränken mußten, ergänzen und dadurch, daß wir nach der Reihe die Theile, welche wir in dem Stamme eines einzigen unserer Bäume unterscheiden gelernt haben, wieder vornehmen, zu erforschen suchen, auf welche Weise sie bei den andern verschieden sein können. Bäume, welche in unsern gemäßigten Klimaten wachsen, den regelmäßigen Ab-

98. Vertikale Schnitte eines zweijährigen Zweiges vom gemeinen Ahorn, bei welchem 1 die im ersten Jahre und 2 die im zweiten Jahre gebildeten Theile anzeigt. — Alle Buchstaben haben die nämliche Bedeutung, wie in den Fig. 96 und 97.

99. Einige Theile der vorigen Figur, die mehr vergrößert sind, so daß man ihren Bau, z B. die Punktirungen der Holzfasern, deutlicher sehen kann — Die Buchstaben haben immer die nämliche Bedeutung.

wechslungen unserer Jahreszeiten unterworfen sind, und natürlicherweise den hauptsächlichsten und lange Zeit ausschließlichen Theil der Beobachtungen unserer Botaniker ausmachten, werden zuerst allein unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen; nachdem wir uns sodann einige Zeit lang bei diesen Stämmen verweilt haben, die wir gewissermaßen normal nennen können, werden wir vergleichungsweise einen Blick auf die Stämme gleichfalls dikotyledonischer Pflanzen werfen, deren Struktur mehr oder minder auffallende Verschiedenheiten darbietet, und welche, da sie meistens in tropischen Ländern vorkommen, deren Vegetation im Allgemeinen nur im Vorbeigehen von den Reisenden unterlucht wurde, was sogar erst in der neuesten Zeit geschehen ist, nur ganz unvollständig bekannt sind.



100.

Wir werden nach der Reihe das holzige und das rindenartige System, in dem ersten das Mark, das Holz und die Markstrahlen; in dem zweiten die faserigen und die zwei Zellenschichten betrachten.

Holzichtes System.

Mark. — Wir haben gesehen, daß das Parenchym, woraus der Stamm im Anfange ausschließend gebildet war, später durch die Entwicklung des holzichten Kreises in zwei Regionen getheilt werde, wovon die eine, in der Mitte liegende, den Namen Mark erhält. Das von uns gewählte Beispiel zeigte uns, daß es aus Zellen bestehe, welche vom Mittelpunkte bis zur Peripherie hin immer an Volumen abnehmen, während sie zu gleicher Zeit eine immer dunklere grüne Farbe erhalten. Diese strotzen von reichlichen Säften, welche denen im Mittelpunkte fehlen, und an diesen verschiedenen Kennzeichen ist es leicht zu ersehen, daß sie ein um so kräftigeres Leben haben, je jünger sie sind. Nach und nach nimmt diese Energie ab, und nach einem Jahre hat das Mark gewöhnlich fast ganz eine gleichförmige, oft weiße Farbe angenommen, bisweilen ist es auch anders gefärbt. Seine Zellen, deren Volumen von innen nach außen abnimmt, enthalten nichts mehr als Luft, und das Leben in denselben scheint auf eine bestimmte Weise aufgehoben zu sein; oft zerreißen sie sogar, und mehr oder minder beträchtliche Gruben zeigen sich in dem Mittelpunkte, was bisweilen sogar vor dieser Zeit, namentlich bei den einjährigen Pflanzen mit sehr breitem Marke und von sehr schnellem Wachsthum bemerkt wird. Indessen mußten diese Zellen in dem ersten Jahre und namentlich zu Anfang desselben eine äußerst thätige Lebenskraft besitzen, und diese Thätigkeit konnte sogar ziemlich lange fortdauern. Dies beweisen die häufigen Verdichtungen ihrer Wände und ihrer Punktirungen, was nur durch die Bildung neuer Schichten in dem Inneren von jeder stattfinden konnte und eine ziemlich lange Dauer von Thätigkeit voraussetzt.

Das Mark bildet im Mittelpunkte des Stammes eine Säule, deren Gestalt durch seinen Horizontalschnitt angegeben wird; dieser Schnitt stellte im Anfange wegen der Trennung der holzichten Fasern, die unter sich Winkel bilbeten, die mit dem noch grünen Marke angefüllt waren, einen Stern vor. Diese Sternge stalt bleibt bisweilen; oft hat das Mark die Gestalt einer Kreisfläche, oft auch eines Polygons mit mehr oder weniger zahlreichen Seiten. Bei gewissen Pflanzen reduzirt es sich auf vier, wo es ein Quadrat oder ein Rechteck vorstellt, z. B. in der Linde, in mehreren kletternden Bignonien; bisweilen hat es die Gestalt eines Dreiecks, z. B. in dem Oleander; es kann noch wunderlichere Gestalten, wie z. B. die eines Kreuzes in einigen Bauhinien annehmen.

Man war der Meinung, daß die Gestalt des Markes mit der des Stammes oder auch mit der Art und Weise in Verbindung stehe, wie die Blätter und demnach die Zweige auf demselben geordnet sind. Diese Annahme, welche ziemlich wahrscheinlich zu sein scheint, gründete sich auf verschiedene Beispiele; andere widersprechen ihr. So kann man, um nicht von der Anordnung der Blätter zu sprechen, mit denen wir uns noch nicht beschäftigt haben, ein cylindrisches Mark in einem vieleckigen Stamme antreffen. Das Mark hat übrigens auf verschiedenen Höhen eines und desselben Stammes nicht immer durchgängig die nämliche Gestalt.

Der Durchmesser des Markes kann gleichfalls in zwei Zweigen von gleichem Durchmesser verschieden sein. Ist er in verschiedenen Zeiten auf gleichen Punkten der Höhe verschieden? Nimmt er mit dem Alter zu oder ab? Veränderungen können in der frühen Jugend des Stammes stattfinden. Durch Vervielfältigung der Zellen und durch die Vergrößerung einer jeden derselben, muß sich das Mark erweitern; später, wenn sich die holzigen Büschel entwickeln, so können sie sich gleichfalls nach allen Richtungen hin ausdehnen, und durch ihre Ausdehnung nach innen das Mark etwas zurückdrängen. Es tritt aber ein Augenblick ein, wo das Gleichgewicht wieder hergestellt wird und alsdann bleibt das Volumen desselben unveränderlich; davon kann man sich überzeugen, wenn man alte Stücke und junge Zweige vom Holunder gegen einander hält. Man hatte lange Zeit geglaubt, daß, da es durch das Wachsthum des Holzes im Inneren immer zurückgedrängt werde, es endlich ganz verschwinde; dies war aber eine Täuschung, welche aus seiner relativen Kleinheit entsprang, wenn man es an einem großen Stamme beobachtete. Genaue Messungen beweisen das Gegentheil.

Wir haben gesagt, daß das Mark bloß aus Zellgewebe bestehe. Man findet jedoch bisweilen in demselben die und da Faser- und Gefäßbüschel, besonders in gewissen krautartigen Pflanzen, deren schnelle und außerordentliche Entwicklung bei dieser Klasse von Pflanzen, z. B. bei verschiedenen großen Doldengewächsen, namentlich aus der Gattung Ferula, ungewöhnliche Dimensionen hat. Solche Büschel zeigen sich auch und bleiben in dem Marke der obgleich holzichten Pfefferstauden. Die Zusammensetzung dieser Büschel, deren Gefäße entrollbare Luftgefäße sind, möchte zu verrathen scheinen, daß sie nichts anderes sind, als Theile der Markröhre, welche sich losmachten und nach innen von ihrem rechten Wege abgewichen sind. In Verbindung mit diesen Luftgefäßen sieht man Haufen von Fasern und oft auch Saftgefäße. Das Vorkommen dieser letztern im Marke ist etwas weit Gewöhnlicheres als das der andern Gefäße, z. B. in dem Marke des Attichs oder in dem des

100. Horizontaler Schnitt eines Zweiges von einer achtjährigen Eiche. — b Holz, an welchem man acht concentrische Zonen sieht, die durch punktirte Linien, welche den Oeffnungen der großen Gefäße entsprechen, von einander getrennt sind. — c Rinde, welche auch acht concentrische, aber weit dünnere und nicht so deutliche Zonen zeigt. Durch Holz und Rinde gehen Markstrahlen, wovon die einen von der Peripherie bis zum Mittelpunkte, der das Mark bildet, die andern bloß bis zu einem Kreis gehen, der in einem der spätern Jahre gebildet wurde.

Feigenbaums, aus welchem man in dem Augenblicke, wo man ihn durchschneidet, den milchigen Saft herausschwitzen sieht; dies ist aber nur in den jungen Zweigen der Fall und gewöhnlich zeigen sich die Saftgefäße in denselben nur zerstreut und nicht sehr zahlreich.

§. 61. **Holz.** — Wir haben gesehen (§. 56), daß die erste Holzschichte aus Faser- und Gefäßbüscheln bestehe, die in einem Kreise um das Mark herumliegen, daß diese durch ziemlich breite Streifen von Zellengewebe, die wie Radien vom Marke zur Rinde hingehen, von einander getrennt sind, daß sich später neue Büschel in der Dicke dieser Strahlen entwickeln und ihre Menge auf Kosten ihrer Breite vermehren (Fig. 95, f'f''), daß sich diese Büschel sowohl wegen ihrer Vervielfaltigung als auch wegen der Vergrößerung ihres Gesammtvolumens, das aus der Vergrößerung des Volumens eines jeden ihrer einfachen Organe insbesondere entspringt, endlich einander nähern und sich so berühren, daß sie die Strahlen, die durch sie getrennt werden, auf äußerst dünne Plättchen bringen. Sie bilden auf diese Weise einen Holzring (Fig. 96, ib).

§. 62. Wir haben ferner gesehen, daß dieser Ring, der in seinem inneren Theile mit dem Marke in Berührung steht, einen besonderen Bau hat, daß er da und sonst nirgends eine Menge entrollbarer Luftgefäße zeigt (Fig. 97, l) und daß dieser innere Theil den Namen Markröhre erhalten habe. Diese formt sich nach dem Marke oder vielmehr das Mark formt sich nach ihr, und die eingebenden Winkel, die es immer in den ersten Zeiten macht, und welche an gewissen Stämmen bleiben, entsprechen eben so vielen vorspringenden Winkeln, welche den inneren Rand eines jeden Gefäßes bilden.

Die Markröhre ist derjenige Theil des Holzes, welcher die geringsten Veränderungen erleidet. Ihre Luftgefäße behalten das Volumen, das sie frühzeitig erlangt haben und können sich sogar in ziemlich alten Stämmen entrollen.

§. 63. Der ganze übrige Theil des Holzringes, und dies ist sein größerer Theil, besteht aus Fasern und Gefäßen von einem anderen Range, die ringförmig, gestreift oder punktirt sind (Fig. 97, vp, vp) und gewöhnlich einen weit größeren Durchmesser haben.

Wir wissen, daß hier die Entwicklung der krautartigen Pflanzen stehen bleibt. Es gibt einige darunter, deren Entwicklung eine ziemlich feste Consistenz in diesem ersten Jahre durch die Ausbildung in die Breite dieser ersten Schichte und die Dichtheit, welche ihre Elemente erlangen, annehmen kann. Wir wissen endlich, daß sich in den Pflanzen, deren Stamm mehr oder minder viele Jahre lebt, jedes Jahr zwischen dem Holze und der Rinde, deren Zwischenraum mit Cambium (Fig. 97, c), einer anfangs fast flüssigen, sodann zu einem Zellgewebe organisirten Materie ausgefüllt ist, eine neue Holzschichte bildet, die sich nach der vorhergehenden abformt. Es ist also klar, daß die Zahl der Schichten die Anzahl der Jahre angibt, welche der Baum gelebt hat, und daß sein Alter auf diese Weise auf seinem Schnitte angegeben wird, ist eine seit langer Zeit anerkannte Wahrheit, * welche auch mehr oder weniger auffallende Thatsachen bestätigt haben. Nehmen wir nun an, daß die Cambiumschichte an gewissen Stellen zerstört worden sei, was in Folge einer sehr strengen Kälte geschehen kann, so wird sich an diesen Stellen kein Holz erzeugen, es werden sich vielmehr daselbst in der Dicke des holzichten Gewebes eben so viele Gruben bilden müssen. In allen darauf folgenden Jahren, in welchen die Kälte nicht die nämliche Wirkung ausgeübt hat, bilden sich eben so viele Holzschichten und überziehen die Grube. Wenn man diese Grube auffindet, so muß man von derselben nach außen eben so viele Ringe zählen, als seit dem strengen Winter, der sie verursachte, Jahre verflossen sind. Dies hat auch die Erfahrung wirklich bestätigt. Als man sehr alte und sehr dicke Ulmen fällte, so fand man in ihrem Inneren solche Unterbrechungen der Stetigkeit. Man zählte die Zahl der concentrischen Schichten, womit sie überzogen waren, und konnte auf diese Weise darthun, daß die Holzschichte, in welcher sich Gruben befanden, in dem und dem Jahre entstanden sein mußte; und man fand auch wirklich, daß dieses Jahr genau auf einen außerordentlich strengen Winter fiel. Stücke von diesen Bäumen kann man in den botanischen Galerien des Pariser Museums sehen. Man findet daselbst auch ein Stück von einer Buche, mit einer Jahreszahl (1750), die in ihre Rinde eingeschnitten war und die nämliche Jahreszahl auch in dem Innern ihrer Holzschichten; beide waren durch eine gewisse Anzahl von Schichten (35) von einander getrennt. Diese Zahl gab genau die Zahl der Jahre an, welche zwischen obiger Jahreszahl und der, in welcher der Baum gefällt wurde (1805) verflossen waren. Der in den noch ziemlich jungen Baum gemachte Einschnitt konnte gar wohl durch die ganze Dicke der Rinde und noch etwas in die Dicke des Holzes hineingegangen sein. In diesem Letztern entsteht daraus eine Grube, welche, wie die von dem Frost erzeugte, durch die sich bildenden Schichten in den nachkommenden Jahren überzogen wurde. Hier ist aber die Erfahrung vollständiger, weil sie die Rinde nebst dem Holze umfaßt und ihr unverfälschtes Datum mit sich führt. Die meisten botanischen Sammlungen enthalten derartige Denkmäler, wovon man die einen dem Zufalle verdankt, die andern Versuchen, die in der Absicht angestellt wurden, die Wachsthumsweise unserer Bäume außer allen Zweifel zu stellen. Es ist ganz leicht, zwischen Holz und Rinde einen fremdartigen Körper, z. B. ein Metallplättchen zu bringen, und man findet bei dem Abnehmen des Astes nach Verlauf einer gewissen Anzahl von Jahren, daß dieses Plättchen mit einer gleichen Anzahl von Schichten überzogen ist.

Wir haben gesagt, daß jeder Ast auf dieselbe Weise, wie der Stamm wachse. Die Aeste, welche in dem ersten Jahre aus demselben entstanden sind, haben also die nämliche Anzahl von Schichten; diejenigen, welche ein, zwei, drei Jahre später erschienen, haben, der erstere drei, der zweite zwei und der dritte nur eine Schichte. Fällt man einen Baum an seiner Grundfläche, so kann man auf diese Weise angeben, zu welcher Zeit seines Lebens sich jeder seiner Aeste gebildet habe, indem man von der Zahl der Schichten dieser Grundfläche die Zahl der Schichten des Astes abzieht. Zählt man z. B. fünfzig concentrische Schichten an einem Stamme, dreißig an dem oder dem Aste, zehn an einem andern, so war der Baum zwanzig Jahre alt, als er den ersten Ast, vierzig, als er den zweiten hervorbrachte.

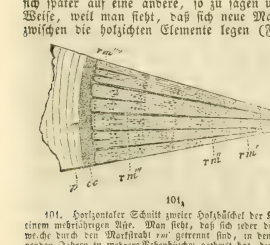
§. 64. Wie kann man aber diese Schichten, die doch aus den nämlichen Elementen bestehen, von einander unterscheiden? Sehr leicht, weil in jeder die mannigfaltigen Elemente auf keine gleichförmige Weise in der ganzen Dicke zerstreut liegen, sondern sich auf eine gewisse constante Weise vertheilen. Man nehme

* Man schreibt Malpighi die Ehre zu, zuerst diese Beobachtung gemacht zu haben; sie mußte aber zu seiner Zeit schon unter dem Volke bekannt gewesen sein, da ja diese berühmte Anatom im Jahre 1628 geboren wurde und man in Montaigne's Reise nach Italien im Jahre 1581 folgende Stelle lesen kann: „Der Professorsrath, * geschichter und berühmter Mann in Verfertigung schöner, mathematischer Instrumente, sagte mir, daß alle Bäume so viele Ringe haben, als sie Jahre gedauert haben und er getraue es mir an allen denen, die er in seinem Magazine hatte, wo er in Holz arbeitete. Der Theil, welcher nach Norden steht, ist schmaler und hat engere und dichtere Ringe als der andere. Dadurch rühmt er sich, man möge ihm auch ein Stück bringen, welches man wolle, das Alter des Baumes und seine frühere Lage anzugeben."

z. B. ein Scheit von einer Eiche (Fig. 100 und 101) oder einer Ulme, und untersuche, nachdem man einen gewissen Theil von der Oberfläche seines Schnittes sauber abgeschnitten hat, seine Gürtel, und man wird sehen, daß der innere Rand eines jeden mit einer oder mehreren Linien von kleinen Löchern bezeichnet ist, welche in dem ganzen übrigen Theil des Gürtels nicht mehr vorkommen: diese Löcher sind die Oeffnungen so vieler großen Gefäße, die sich bloß an diesem inneren Rande befinden, während die mehr nach außen gehende Schichte aus eng an einander anschließenden Fasern mit ziemlich dicken Wänden besteht, so daß sie nicht hohl erscheinen und daß der Kanal, welcher der Länge nach durch sie hindurch geht, von dem unbewaffneten Auge nicht wahrgenommen wird. An einem Hagebuchen-, Linden- oder Ahornscheite bemerkt man diese großen Gefäße nicht, deren weite Oeffnung den inneren Rand des Jahresringes so deutlich anzeigt; dafür ist er aber fast ganz mit den Oeffnungen kleinerer, unter sich gleichen Gefäße übersäet. Diese hören jedoch immer gegen den äußern Rand hin auf, der ausschließend aus mehreren Reihen von Fasern besteht, die bei ihrer Annäherung an diesen Rand immer schlanker, an einander gedrängter und farbiger werden und es entsteht daraus zwischen dieser und der folgenden Schichte eine manchmal stark gefärbte, bisweilen blasse und ziemlich undeutliche Gränzlinie.

An mehreren Holzarten bezeichnet diese Gränzlinie eine kreisförmige Reihe von Zellen, die denen der Markstrahlen ähnlich sind; seltener erlangt dieses Zellgewebe, das zwischen den Holzschichten liegt, mehr Dicke, z. B. in der Sumach, wo seine Zellen die in mehreren concentrischen Reihen liegen, groß und wie das Mark gefärbt sind. Auf diese Beobachtung stützte sich eine sinnreiche Theorie, nach welcher jeder, nach dem ersten Jahre erzeugte Ring selbst wieder ein Mark hat, das jener Zellengürtel vorstellt, der im Innern seines Holzes liegt, und der in Beziehung auf jenen Ring die nämliche Rolle spielte, welche das Centralmark in Beziehung auf den dasselbe umgebenden Holzring spielt. Außer dem Einwurfe aber, den man daraus nehmen kann, daß in den meisten Fällen diese Markgürtel nicht vorhanden sind, würde der Mangel einer Markröhre in jeder, auf das erste Jahr folgenden Schichte noch einen wesentlichen Unterschied begründen.

§. 65. Wir haben §. 52 gesehen, daß sich die Zahl der holzichten Büschel vermehre, weil sich in dem anfänglich weiten Zwischenraum, der sie trennte, und der zur Bildung der Markstrahlen diente, neue entwickeln (Fig. 94 u. 95). Diese Büschel vermehren sich später auf eine andere, so zu sagen umgekehrte Weise, weil man sieht, daß sich neue Markstrahlen zwischen die holzichten Elemente legen (Fig. 101).



101.

101. Horizontaler Schnitt zweier Holzbüschel der Korkeiche von einem mehrjährigen Aste. Man sieht, daß sich jeder dieser Büschel, welche durch den Markstrahl *rm'* getrennt sind, in den darauf folgenden Jahren in mehrere Nebenbüschel getheilt hat, der um so zahlreicher sind und von mehreren um so flüssigern Strichen (*rm''rm'''rm''''*) getrennt werden, als diese Strahlen von einem mehr nach außen liegenden und demnach späteren Ringe entstanden sind. — *m* Mark. — *ee* Zellenring. — *p* korkartige Hülle, welche bei dieser Art von Eiche sich außerordentlich entwickelt.

Wir wissen, daß bei dem Erzeugnisse eines jeden Jahres auf jedes schon vorhandene Gewebe sich ein ähnliches bei seiner Bildung lege: Zellen auf Zellen, um die Markstrahlen fortzusetzen; Fasern und Gefäße auf Fasern und Gefäße, um die Holzfasern fortzusetzen. Der auf diese Art sich auf den alten anlegende neue Büschel ist aber nicht einfach wie jener; er ist doppelt oder dreifach und auf diese Weise durch Zellenreihen, welche neue Strahlen (*rm''rm'''rm''''*) erzeugen, die sich aber von den ersteren (*rm'*) dadurch unterscheiden, daß sie nicht vom Mittelpunkte ausgehen, in mehrere zerschnitten. In dem neuen Gürtel, welcher größer als die ihm vorangegangenen ist, weil er der äußere ist und und mit denselben concentrisch läuft, hat sich natürlicher Weise eine größere Anzahl von Büscheln und dazwischen liegenden Strahlen gebildet.

§. 66. Das Wachsthum eines jeden Gürtels ist in dem Verlaufe des Jahres vollendet; hat es eine gewisse Gränze erreicht, so hält es an derselben inne und bildet so eine feste Grundlage, auf welche sich der Gürtel des kommenden Jahres anlegt. Die weiteren Veränderungen, die er erleidet, hängen nicht mehr von denen ab, welche im Inneren seiner einfachen Organe vorfallen. Als sie noch jung waren, waren ihre mit dünneren Wänden versehenen Höhlungen ganz mit flüssigen Säften angefüllt. Mit zunehmendem Alter vermindert sich die Menge der Flüssigkeiten in Beziehung auf die festen Körper, sowohl weil sich die Wände eines jeden Organs durch das Hinzukommen in einander liegender Schichten verdichten (§. 6), als auch weil die in denselben enthaltenen Stoffe in Folge der Verdunstung ihres flüssigen Theiles oder neuer chemischer Verbindungen sich gleichfalls verdichten und immer härter werden. Auf diese Weise bildet sich der **Holzstoff**, eine Materie, welche die Dichtheit der Faserwand vergrößert, indem sie dieselbe fast in ihrer ganzen Dicke durchdringt. Während die Faser in allen Holzarten von gleicher Natur ist, gibt ihr der Holzstoff, der bei jeder Art verschieden ist, ihre besonderen Eigenschaften. Es muß endlich der Augenblick eintreten, wo die so fest gewordenen Fasern den Flüssigkeiten keinen Durchgang mehr erlauben.

§. 67. Weil das Alter diese Modifikationen herbeiführt, so müssen sie in den mehr nach innen liegenden Ringen, deren Gewebe voller, härter, trockener ist, als in den äußeren, ausgebildeter sein. In den farbigen Hölzern ist es der Mittelpunkt zuerst und die Färbung geht mit der Härte gegen die Peripherie hin. Daher rührt in vielen Hölzern die Verschiedenheit zweier Theile: 1) eines äußeren, welcher noch die Eigenschaften des jungen Holzes hat, das heißt, welcher von den flüssigen Säften durchdrungen ist, denen es einen Durchgang gestattet und der demnach zarter und blaß oder weiß ist, woher er auch den Namen **Splint** (alburnum) erhalten hat; 2) eines zweiten, inneren, der vertrocknet, verhärtet und gefärbt ist und den man gewöhnlich das **Herz** oder das **vollkommene Holz, Kernholz** (duramen) nennt.

In den Hölzern von einer dunkeln Farbe, und die man gewöhnlich in der Kunstschreinerei anwendet, sind diese zwei Regionen außerordentlich von einander verschieden; man kann es sich denken, wenn man es auch nie sah, wie sehr bei dem Ebenholze, dem Palisanderholze oder dem Nierenbaume das Herz, das zu Verfertigung unserer Möbel gebraucht wird, von dem noch weißen Splinte absteche. Es ist unnöthig, diese natürlichen, in den verschiedenen Hölzern so verschiedene Schattirungen, die Jedem an den bereits bekannten einfallen und wovon er weniger bekannte und mannigfaltigere Exemplare in den Sammlungen aufsuchen kann, hier aufzuzählen. Obgleich sich diese Intensität der Farbe vorzüglich an den Bäumen hei-

ferer Klimate wahrnehmen läßt, so kommt sie doch bei einigen der unsrigen in einem sehr auffallenden Grade vor. In den meisten geht jedoch diese Veränderung langsam von statten und der Uebergang vom Splinte zum Holze ist mehr oder weniger unmerklich abgestuft. Bei mehreren, wie z. B. bei der Pappel und der Weide, wo sich das Holz nicht färbt und das man demnach weißes oder weiches Holz nennt, bemerkt das Auge keinen Unterschied. Die Härte theilt gewöhnlich in geradem Verhältnisse zu der Färbung. Man führt die dunkelsten Hölzer, z. B. das Ebenholz, das Eisenholz als die compactesten und dauerhaftesten an. Die weißen Holzarten sind auch die weichsten und werden auch schneller und leichter abgenützt, denn sie haben theilweise die Natur des Splintes beibehalten. Die schlechte Beschaffenheit derselben ist unter dem Volke allgemein bekannt; sie könnte übrigens auch ohne Mitwirkung der Erfahrung, aus dem, was wir bereits in dieser Beziehung gesagt haben, nämlich aus der größeren Menge von Flüssigkeiten und der geringeren von festen Theilen in ihrem Gewebe gefolgert werden. Außer der Verringerung, welche für diesen Theil daraus entspringt, der allein aufbewahrt und bearbeitet werden soll, ist es ferner begreiflich, daß der Ueberfluß an Flüssigkeiten durch ihre Verdunstung oder durch neue Verbindungen, welche ihr Zustand begünstigt, eine Menge nachtheiliger Veränderungen in dem Volumen und sogar in der Zusammensetzung dieses unvollkommenen Holzes mit sich führt und vorzüglich immer bereite Feinde, die Insekten, herbeilockt, welche von der Anhäufung der Stoffe, die zu Ernährung des Pflanzengewebes selbst bestimmt sind, angezogen werden.

§. 68. Die Jahresschichten haben eine sehr ungleiche Dicke; sie sind viel breiter in dem weichen Holze, das, wie man weiß, ein sehr schnelles Wachsthum hat, und viel weniger breit in dem harten Holze. Sie sind überdies in dieser Hinsicht in einer und derselben Art von Bäumen nach den Umständen, in welche sie sich versetzt sehen, sehr verschieden. Auf diese Weise wird ein Baum nicht so dick werden, wenn er von andern, zu enge neben ihm stehenden Bäumen umgeben ist, wenn er in einem minder günstigen Boden steht, wenn er in einem rauheren Klima wächst, wo der Winter länger anhält. Bei den letzten Bäumen, die man noch gegen den Pol hin antrifft, kann man die Jahresschichten noch unterscheiden; sie sind aber außerordentlich dünn. Aus dem nämlichen Grunde findet man unter den aufeinander folgenden Schichten eines und desselben Baumes eine häufige Ungleichheit, welche von den verschiedenen Jahreszeiten in den entsprechenden Jahren herrührt.

Eine andere Ursache der Ungleichheit der Schichten, welche schwer zu bestimmen ist, liegt in dem Alter des Baumes. Ein älterer Baum wird regelmäßiger, aber langsamer dick, als in seiner Jugend, und in dieser gibt es eine Periode, in welcher er mehr als in einer andern an Dicke zunimmt, z. B. die Eiche von zwanzig zu dreißig Jahren. Auf der andern Seite verbindet sich die geringere Dicke, die mag aus einer Ursache entsprungen sein, aus welcher sie will, gewöhnlich zu einer größeren Dichtheit des Holzes. Das Wissen des Forstmanns besteht also in der Kenntniß der Natur einer jeden Baumart; er kann vortheilhaft auf dieselbe einwirken oder gegen sie ankämpfen; er weiß für die regelmäßigen Schläge, bei welchen man vorzüglich auf die Menge des Holzes Rücksicht nimmt, das Jahr zu wählen, wo das Wachsthum desselben langsamer vor sich zu gehen anfängt; sieht man hingegen vorzugsweise auf die Qualität desselben, so wird eine andere Zeit passender sein.

Ein und derselbe Gürtel hat in seinem ganzen Umfange nicht immer eine gleiche Dicke, und bei einer vorkommenden Ungleichheit läßt sich dieselbe gewöhnlich an einer großen Menge von Schichten wahrnehmen, die auf einander folgen und auf derselben Seite liegen, so daß man deutlich einsieht, daß sie von einer vermanent nach dieser Richtung hinwirkenden Ursache herrühre. Man hatte anfänglich geglaubt, daß diese Ursache in der verschiedenen Stellung hinsichtlich der verschiedenen Seiten des Baumes, welche mehr gegen Süden hin, als gegen Norden wachsen, liege. Man hat sich aber von der Richtigkeit dieses Einflusses überzeugt, welcher überdies noch gewöhnlich und regelmäßig wirken müßte, und man hat dargethan, daß diese Erscheinung rein lokalen Einflüssen, z. B. dem Umstande, daß der Baum auf der einen Seite eingeengt und versperrt, auf der andern Seite frei und dem Lichte ausgesetzt ist, vorzüglich aber dem, daß seine Wurzeln auf der einen Seite einen besseren Boden als auf der anderen finden, zuzuschreiben ist.

§. 69. Wir haben die Abwechslung der Jahreszeiten als den Bestimmungsgrund der Bildung der jährlichen Schichten wegen ihrer regelmäßigen Unterbrechung und Wiederaufnahme der dazu erforderlichen Arbeit angegeben. Was geht demnach unter den Wendekreisen vor, wo die Winter zu warm sind, um den Vegetationsprozeß zu unterbrechen? Es möchte scheinen, daß er unaufhörlich vor sich gehen, und daß das zu jeder Zeit gebildete Holz sich nicht in deutliche Gürtel absondern müsse. Wirklich ist dies auch an vielen Bäumen dieser Gegenden weniger der Fall, obgleich man sie im Allgemeinen noch findet. Und dies rührt daher, daß bei den meisten die Vegetation auch einer periodischen Ruhe unterworfen ist; die trockene Jahreszeit, welche für viele Bäume das Abfallen des Laubes zur Folge hat, ersetzt dort bis auf einen gewissen Punkt unseren Winter. Anhaltende Beobachtungen in Klimaten, die dem unsrigen so wenig ähnlich sind, würden uns übrigens ganz gewiß viele Thatsachen angeben und erklären, die von denen, an welche wir uns gewöhnt haben, so verschieden sind.

§. 70. Es ist begreiflich, daß, wenn in einem und demselben Jahre eine Pflanze solchen Bedingungen unterworfen wäre, wodurch ihre Vegetation abwechselnd eingestellt und wieder in Thätigkeit gesetzt würde, sich mehrere theilweise Gürtel in der gewöhnlichen Schichte, welche das Produkt dieses Jahres ist, abbilden könnten. Dies sieht man auch wirklich bisweilen an unsern Pflanzen, besonders an den krautartigen, deren rascheres Wachsthum unter dem Einfluß dieser Abwechslungen steht und denselben beurkunden kann, für welche ein härteres, langsamer und besser ausgebildetes Holz unempfindlich bleibt. Wir werden in der Abhandlung von Blättern und Knospen eine Erklärung finden, durch welche diese Vielfachheit concentrischer Ringe, die zu der Bildung des gewöhnlich einfachen Holzringes beitragen, deutlich gemacht wird.

§. 71. Der Mangel an deutlichen Gürteln in einem Holze von mehreren Jahren ist eine umgekehrte, weit häufigere und sogar bei einer ziemlich großen Anzahl von holzigen Pflanzen constante Erscheinung. Man wäre beinahe geneigt, sie durch die Einwirkung eines Klima, wo sich die Abwechslung der Jahreszeiten nicht wahrnehmen läßt, um so eher zu erklären, als sich diese Erscheinung oft oft an den in unsern Treibhäusern gezogenen Bäumen wahrnehmen läßt, wo die Verschiedenheiten der Jahreszeiten so viel, als es von uns abhängt, auf eine künstliche Weise aufgehoben worden sind; bei einigen sind die holzigen Gürtel nicht zu erkennen und hören bei vielen andern, obgleich sie deutlich sind, doch auf, der Zahl der Jahre genau zu entsprechen. Da jedoch die Einheit einer Jahreszeit den ganzen Verlauf eines und desselben Jahres hindurch eine Bedingung ist, die sogar unter den Wendezirkeln, wie wir so eben gesehen haben, selten vorkommt; da neben diesen Pflanzen andere wachsen, welche, obgleich sie nothwendigerweise denselben Einflüssen unterworfen sind, eine

Reihenfolge concentrischer Gürtel zeigen; da überdies immer bei gewissen Arten, bei gewissen Gattungen und sogar bei gewissen ganzen Familien jene eigenthümliche Organisation vorkommt, so ist anzunehmen, daß sie von der Natur dieser Pflanzen selbst abhängt. Wir wollen als Beispiele hiefür die Cactus- und die Pfefferarten anführen.

Es gibt endlich Pflanzen, an welchen man mehrere Ringe bemerkt, wovon aber jeder das Produkt mehrerer Jahre ist. Dies ist der Fall mit der Sagopalme, und er gehört zu dem, den wir bei den im Treibhause gezogenen Bäumen und Sträuchern anführten.

§. 72. **Markstrahlen.** — Wir haben in allen vorhergehenden Artikeln Gelegenheit gehabt, häufig von den Markstrahlen zu sprechen; wir haben ihre Zusammensetzung, wie sie sich bilden und vervielfältigen, angegeben. Diejenigen, welche gleich bei dem Entstehen des Stammes vorhanden sind und ohne Unterbrechung vom Marke bis zur Rinde fortlaufen, hat man große Strahlen (Fig. 101, rm') genannt; diejenigen aber, welche sich erst in den folgenden Jahren zeigen und ihren Ausgangspunkt in den, diesen Jahren entsprechenden Schichten haben, erhielten den Namen kleine Strahlen (Fig. 101, rm'', rm''', rm''''). Diese zeigen sich sogar in den Holzarten, in welchen sich keine Schichten deutlich wahrnehmen lassen und verrathen also, obgleich auf keine klare Weise, aufeinander folgende Bildungen, welche die Gleichartigkeit der ganzen Holzmasse sonst nicht wahrzunehmen gestattet.

Wenn man die Strahlen nicht mehr allein nach dem horizontalen Schnitte, sondern an dem der Länge nach gespaltenen Stamme untersucht, so sieht man, daß die Zellen, woraus sie bestehen, und welche in einer oder mehreren Reihen übereinander liegen, dünne Streifen bilden (Fig. 102, rm). Ist der Gang der Büschel vollkommen geradlinicht, wie z. B. in der

102.

Waldrebe, so erstrecken sich die von den Strahlen gebildeten Streifen ohne Unterbrechung von dem einen Ende des Stammes bis zum andern, und nach dieser Richtung wird das Holz, und zwar außerordentlich leicht, gespalten. In den meisten Fällen sind aber die besondern Büschel auf ihrem senkrechten Wege mehr oder weniger gebogen, und die Streifen unterbrechen sich alsdann da, wo sie von ihrem Wege abweichen. Dies wird ganz deutlich dadurch bewiesen, daß man entweder die Oberfläche des entrindeten Holzes genau untersucht, oder was noch besser ist, man beweist es an sehr dünnen, vertikalen Schnitten, die auf den Strahlen senkrecht stehen (Fig. 103). Man sieht, wie die anfangs vereinten Büschel ein wenig auseinander laufen, um sich weiter unten wieder zu vereinen und auf diese Weise bei ihrer Entfernung von einander einen Raum zwischen sich lassen, der mit den Zellen der Strahlen ausgefüllt wird, deren Streifen sich nach diesen Zwischenräumen abformen, und auf diese Weise oft gegen die Mitte hin eine größere Dicke als oben und unten zeigen.

Gegen die Peripherie des Holzes hin und demnach an dem Theile, wo sie mit dem Rindensysteme in Beziehung kommen, zeigen die Strahlen oft die meiste Breite; da scheint auch ihre Lebensthätigkeit am stärksten zu sein. Sie scheint nach und nach gegen das Herz des Holzes hin zu erlöschen, an dessen Farbe ihre Zellen Theil nehmen und sogar merklich dazu beitragen; während sie in dem Splinte und vorzüglich an seinem Umfange mit Saftmehl oder flüssigen Säften nach der Jahreszeit angefüllt und oft von dem Chlorophyll grün gefärbt sind. Man darf also annehmen, daß sie inniger mit dem Rindensysteme als mit dem Marke verbunden sind, und es ist ganz natürlich, daß wir von ihnen zu der Untersuchung der Rinde übergehen.

103.

Rinde.

§. 73. Wir wissen, daß sich im Anfang das Rindensystem von dem Holzsysteme nicht unterscheide, daß in jedem der kreisförmig um das Mark herum entwickelten Bündel eine dünne Linie von halbflüssigem Gewebe, das Cambium (Fig. 96 und 97, c) etwas später einen Bogen bilde, der diesen Bündel in zwei ungleiche Theile, den äußeren (ec), der zur Rinde gehört und der schmaler als der innere ist (ib), welcher zum Holze gehört, theile, daß der ganze Zellengürtel, welcher außerhalb der Bündel liegt, das Rindenparenchym bilde, in welchem außer der Epidermis (ep) zwei sehr deutliche Modifikationen unterschieden kann, die korkartige Hülle (p) und die Netzhaut (ec); daß endlich in dieser Hülle und mit Bündeln von Rindenfasern vermengt, gewöhnlich zahlreiche Saftgefäße circuliren. Die Rinde, so wie das Holzsystem hat also einen zellichten und einen aus Fasern und Gefäßen bestehenden Theil; hier findet aber der umgekehrte Fall, sowohl in der Lage als auch in dem relativen Verhältnisse der Theile Statt; denn das Parenchym, diese Art Rindenmark, nimmt seinen Umfang ein, und zeigt eine größere Entwicklung und mannigfaltigere Formen als die Bündel aus Fasern und Gefäßen, während wir dagegen an dem Holze gesehen haben, daß diese Bündel weit entwickelter und bei weitem nicht so einfach als das Mark sind.

Zu Folge dieser umgekehrten Lage der Theile wollen wir bei ihrer Untersuchung gleichfalls einen umgekehrten Weg einschlagen; wir werden zuerst den zellichten und äußeren Theil, der auch zuerst gebildet wird, betrachten und sodann die Gefäße und die Fasern, welche den inneren Theil einer jeden Schichte ausmachen. Denn wir wissen (§. 58), daß sich an unseren Bäumen jedes Jahr eine Rindenschichte mit einer Holzschichte bildet. Aus der umgekehrten Lage der ersten aber entspringt eine Wirkung, die leicht vorauszusehen war. Während die Holzgürtel unbeweglich bleiben und sich der neue auf einen älteren legt, den

102. Vertikaler Schnitt eines einjährigen Zweiges vom gemeinen Ahorn, der durch das unter einer starken Vergrößerung gesehene Mark geht. — Man sieht den Streifen, der von dem Markstrahle rm gebildet ist, sich von dem Marke m zum Rindenparenchym ee erstreckt und auf seinem Wege erstens einen holzigen Büschel, der von außen nach innen aus kurzgefaßten t und Holzfasern fl besteht, in deren Mitte man ein großes punktirtes Gefäß vp erblickt; zweitens einen Büschel von Rindenfasern fe begränzt.

103. Vertikalschnitt des nämlichen Zweiges, senkrecht auf die Markstrahlen. — fl fl Holzfasern, welche kleine gebogene Büschel bilden, welche auf diese Weise Räume zwischen sich lassen, durch welche die Markstrahlen rm rm hindurchgehen.

er überzieht, werden die Rindengürtel unaufhörlich nach außen geschoben, um andern, jüngern und besondern den neuen Holzschichten, die sich in ihrem Innern bilden, Platz zu machen. Wenn sie einmal die ganze Entwicklung, deren sie fähig sind, erreicht haben, und keine unbestimmte Ausdehnung mehr annehmen können, so erleiden sie nothwendig mehr oder weniger bedeutende nachtheilige Veränderungen, welche überdies noch durch ihre Lage nach außen vergrößert werden; sie spalten sich nach verschiedenen Richtungen, sondern sich in Platten oder Streifen ab u. s. w. und dies geschieht nach der Zeitordnung ihrer Bildung, indem sich die ältesten und äußersten auch zuerst zu ihrem Nachtheile verändern.

§. 74. Die Epidermis, welche uns schon hinlänglich beschäftigte (§. 37), als daß wir uns hier lange mit derselben aufhalten sollten, ist derjenige Theil der Rinde, welcher durch die Ausspannung, die von dem progressiven Wachsthum des Stammes herrührt und durch die Wirkung äußerer Agentien auch zuerst verschwinden muß. Ihre Existenz ist wirklich ganz temporär, sie zerreißt, zerbröckelt, zertrocknet und geht endlich früher oder später zu Grunde.

§. 75. Unter ihr befanden sich andere Zellenschichten, welche nun ihren Platz einnehmen und den Stamm überziehen, und welche bisweilen selbst wieder verschwinden, um durch neue, unter ihnen liegende, Schichten ersetzt zu werden. Diese Zellenschichte, welche die Oberfläche der Rinde überzieht, wird von vielen Schriftstellern Epidermis genannt. Sie geben also diesem Worte eine andere Bedeutung, als wir ihm gegeben haben: Mohl schlägt vor, sie Peridermis zu nennen, ein Name, der ihre innere Lage in Beziehung auf die eigentliche Epidermis, und ihre peripherische Lage in Beziehung auf das Ganze der Rinde (écorce) recht gut bezeichnet. Diese Peridermis hat nicht immer den nämlichen Ursprung und kann sich in verschiedenen Tiefen bilden. Dies werden wir besser einsehen, wenn wir die verschiedenen constituirenden Theile der Rinde von außen nach innen ausführlicher untersuchen.

§. 76. **1. Korkartige Schichte oder Decke.** — Sie hat diesen Namen daher erhalten, weil sie in einigen Bäumen die Substanz begründet, die gewöhnlich unter dem Namen Kork (suber) bekannt ist. Man hat sie auch wegen ihrer oberflächlichen Lage Epiphlöum (ἐπί, auf, φλοῖος, Rinde) genannt. Man bemerkt sie (Fig. 97, 98, p) zuerst unter der Epidermis, wie sie eine oder mehrere Reihen kubischer, oft auch in horizontaler Richtung verlängerter Zellen bildet, die auf das Innigste mit einander verbunden sind, nie Körnchen im Innern enthalten, und dünne, anfangs farblose, später oft braun gefärbte Wände haben. Bald ist sie keiner Entwicklung fähig, bald vervielfältigen sich hingegen ihre Reihen, und ihre Dicke wird mehr oder weniger beträchtlich, namentlich in der Eichenart, die unter dem Namen der Korkeiche (quercus suber) bekannt ist (Fig. 101, p). Alle ihre Zellen zeigen nicht immer identisch die nämliche Gestalt und die nämliche Farbe; von Weite zu Weite findet man aber solche, die weit mehr zusammengedrückt oder tafelförmig sind und selbst wieder in Reihen liegen, durch welche das Ganze der Schichte gleichsam wieder in mehrere secundäre Schichten zertheilt wird. Diese Anordnung sieht man nicht ganz deutlich in der Korkeiche oder dem gemeinen Aborne, wo diese Schichten von tafelförmigen Zellen weit weniger deutlich gebildet und durchaus nicht so regelmäßig sind. Bei dem Gimnocladus canadensis sind die secundären, abwechslungsweise von breiten und schmalen, tafelförmigen Zellen gebildeten Schichten, fast von gleicher Dicke. Bei der gemeinen Birke (Betula alba) haben sich die Schichten aus tafelförmigen und braun gefärbten Zellen weit mehr entwickelt als die andern, welche sehr weiß und sehr dünn sind, so daß sie durch das Wachsen des Stammes äußerst leicht zerreißen; daher kommen diese inwendig braune, an der Oberfläche weiße Blätter, welche sich von der Birkenrinde ablösen. Endlich entwickeln sich in der Buche (Fagus sylvatica) die tafelförmigen Zellen allein.

§. 77. **Netzhout.** — Man nennt sie auch **grüne Schichte**, wegen ihrer gewöhnlichen Farbe; **Mesophlöum**, wegen ihrer Lage inmitten der Rindenschichte (μεσός, die Mitte, und φλοῖος, die Rinde). Sie unterscheidet sich auch wirklich von der sie umgebenden korkartigen Schichte durch das Chlorophyll, durch welches ihre polyederische Zellen, die mit dichteren und lockerer verbundenen Wänden versehen sind, und welche demnach zwischen denselben Gänge, oft auch Gruben lassen, ausgefüllt und grün gefärbt werden. Mitten unter den grünen Zellen findet man auch sehr oft farblose, welche Krystallisationen enthalten.

§. 78. **Rindenfasern oder Bast.** — Sie bilden Bündel, die den Holzbündeln gegenüber liegen und von denselben oft durch einen dünnen Streifen der Netzhaut, immer aber später durch eine zum Cambium gehörige Zellenschichte getrennt werden. Diese glänzend weißen Fasern sind länger und schlanker als die Holzfasern. Ihre Wände werden im Alter durch die Bildung von Schichten in ihrem Inneren sehr dick und punktirt. Sie zeigen unter allen Fasern der Pflanze die meiste Zähigkeit, und leisten dadurch an vielen Pflanzen dem Menschen äußerst wichtige Dienste, indem sie ihm das Material zu seinen Seilen, Fäden und dichtesten Geweben liefern, während die Zähigkeit der Fasern es möglich macht, ihnen oft ihre ganze Feinheit zu lassen. Als Beispiele dürfen wir nur unter andern den Hanf und den Flachs anführen. Die Zubereitungsweise des ersteren ist schon hinreichend, darzuthun, daß die Rindenfaser einen weit größeren Widerstand als alle anderen Elemente der Pflanze äußere; man läßt sie zuerst rösten, d. h. in Wasser einweichen, und klopft sie sodann; in Folge dieses gedoppelten Verfahrens, wodurch hinter einander alle anderen Theile weggeschafft werden, erhält man die Fasern unversehrt.

Markstrahlen, welche gewöhnlich die Strahlen des Holzsystemes fortsetzen, aber breiter bleiben und natürlicherweise aus nicht so gedrängten und nicht so einfachen Zellen bestehen, trennen die Rindenbüschel, deren Ganzes einen mit dem Holzgürtel concentrisch laufenden Gürtel bildet. Wie in dem Holze bewegen sich die Büschel bald in einer geradlinigten Richtung, z. B. in der Rebe, in der Roßkastanie, und alsdann legen sich ihre Strahlen, welche ebenfalls gerade Streifen bilden, beständig zwischen zwei, von einem Ende des Stammes bis zum andern an einander gränzende Büschel; bald ist ihr Gang gebogen, wie bei der Ulme, Linde, Eiche; sie berühren in diesem Falle, indem sie sich ihren Nachbarn rechts und links abwechslungsweise nähern, dieselben und vermischen sich mit ihnen, um sich weiter unten aufs Neue von einander zu trennen; sie unterbrechen auf diese Weise die Markstrahlen, welche nur kurze Platten bilden, und erzeugen durch ihre häufigen Anastomosen ein Netz, dessen Maschen diese Strahlen ausfüllen

101.

104. Netz von dem Baste des Seidelbastes (Daphne laureola). — / Faserbündel. — r Markstrahlen.

(Fig. 104). Jede Schichte dieser Rindenfasern stellt eine Art sehr lockeren Gewebes vor. Wenn diese Fasern sich in regelmäßigen Reihen gebildet haben, so hat man das Ganze der mehrjährigen Schichten, wovon sich jede wieder in mehrere andere dünnere eintheilen läßt, mit einem Buche verglichen, dessen mannigfaltige Schichten die Blätter bilden, daher auch der lateinische Name liber (Buch, Bast), womit man gewöhnlich die Rindenfasern bezeichnet. Einige Schriftsteller haben ihnen auch den Namen Endophlöum (ἔνδον, inwendig; φλοιός, Rinde) gegeben, weil sie der innerste Theil der Rinde sind.

Die im Verlaufe von mehreren Jahren hervorgebrachten Blätter werden, wie auch bisweilen die Jahresschichten des Holzes, unter sich von Zellengürteln getrennt, die von der Netzhaut abhängen, in deren Dicke sich die faserigen Büschel gebildet haben.

Natürlicherweise bestimmt das progressive Wachsthum des Stammes die verhältnißmäßige Ausdehnung der Bastblätter, deren Büschel sich auf diese Art von einander entfernen und sich ausbreiten. Die Strahlen erweitern sich durch die Vervielfältigung ihrer Zellen, so lange das Gewebe lebendig bleibt, in dem nämlichen Verhältnisse, und fahren auf diese Weise fort, sie anzufüllen.

§. 79. Das parenchymatische System der Rinde behält eine sehr thätige Lebenskraft, und die Erzeugung neuer Zellen findet in demselben beständig Statt, und zwar nicht bloß an einem Punkte allein, sondern an mehreren Punkten zugleich, weil, abgesehen von der jährlichen Bildung einer Bastschichte und der Zellen, welche sie unmittelbar umgeben, auch, wie wir so eben gesehen haben, ein Wachsthum in der korkartigen Hülle sowohl durch die Vervielfältigung ihrer weiten, als auch durch die der tafelförmigen Zellen stattfinden kann, und alle diese Entwicklungen scheinen unabhängig von einander vor sich zu gehen.

Aus der Art und Weise, welche diese verschiedene Entwicklungen in Beziehung auf einander befolgen, geht die gewöhnliche Entwicklung der Rinde und die Natur der Peridermis hervor. Wir haben bereits den Fall untersucht (§. 76), wo in der korkartigen Hülle das Wachsthum mit der größten Thätigkeit vor sich geht. Alsdann wird das Wachsthum des Bastes und der Netzhaut regelmäßig, obschon in schwachen Verhältnissen, fortgesetzt, und es dauert in der Rinde fort, deren Peridermis aus der Schichte der tafelförmigen Zellen der Korkhülle gebildet wird, sei es nun, daß sich diese Hülle allein entwickelt, oder daß sie, unter der Anhäufung eines bald abstehenden Korkes gebildet, diesen zurückreibt, und denselben in großen Platten abstößt.

An vielen Bäumen aber verschwindet die Korkdecke, anstatt sich zu entwickeln, bald mit der Epidermis, und alsdann geht die Erzeugung der Peridermis entweder auf der Oberfläche der Netzhaut oder in ihrer Dicke vor sich. In dem ersten Falle wird die vorher auf der Netzhaut gebildete Peridermis endlich von derjenigen fortgestoßen, die sich später unter ihr bildet, und sie schält sich in Platten, wie bei der Platane, ab, deren glatte Oberfläche auf diese Art immer durch neue Schichten gebildet wird. In dem zweiten Falle stößt die Peridermis die zellichten und faserigen Schichten ab, in deren Tiefe sie sich entwickelte, und die sich nun bald in Schuppen, die mehrere Gürtel von Parenchym und Bast enthalten, welche mehr oder weniger lang bei einander bleiben, wie zum Beispiele in der Eiche und der Linde, bald in breiten Blättern ablösen, die dem Aussehen nach denen der Birke ähnlich, ihrem Gewebe aber und ihrem Ursprunge nach von derselben verschieden sind, weil sie, wie an dem Wachholder und vielen Proteaceen, statt der korkartigen Schichte den Bast und die Netzhaut enthalten. In der Rede und dem Geisblatte stößt jedes Jahr die Bastschichte bei ihrer Entwicklung die des vorhergehenden Jahres ab und bildet auf diese Weise die dünne Rinde ihrer Stengel. Es gibt endlich auch noch eine, wie die des Lärchenbaums und der gemeinen Fichte, wo die Netzhaut sich sehr stark entwickelt, und auf diese Weise einen unächten Kork bildet, der später schuppenweise abfällt.

Um uns kurz zu fassen, so findet eine unaufhörliche Zerstörung der äußeren Theile der Rinde zu gleicher Zeit mit einer ununterbrochenen Zellenerzeugung in ihrem Parenchym Statt, und je nachdem diese Erzeugung in der Dicke der Korkhülle, an der Oberfläche oder in der Dicke der Netzhaut stattfindet, je nachdem die nach außen gewordenen und endlich abgelösten Theile eine mehr oder minder große Menge von den die Rinde constituirenden Theilen enthalten, wird der oberflächliche Theil oder die Peridermis von einer mehr oder minder tiefliegenden Schichte derjenigen Theile gebildet, welche anfänglich das Rindensystem begründen.

§. 80. Wir haben die Saftgefäße, welche in dem innersten Theile der Rinde in Menge vorkommen, mit Stillschweigen übergangen. Man kann sich leicht von ihrem Dasein überzeugen, wenn man den Querschnitt eines frischen Zweiges untersucht; man sieht aus ihren Mündungen den gewöhnlich gefärbten Saft, den sie mit sich führen, herausschwitzen. Da sie in den jungen und lebensvollen Theilen ihre Verrichtungen ausüben, so sterben sie frühe ab, und werden mit den Schichten, durch welche sie circuliren, nach außen getrieben.

§. 81. Eine Folge aus dem Vorhergehenden ist die große Thätigkeit, welche das ganze Zellensystem der Rinde in Vergleichung mit dem Holzsysteme behält, das nach den ersten Zeiten der Stammbildung zu wachsen und sogar zu leben aufhört. Also mehr an das erstere, als an das zweite, reihen sich die Markstrahlen an, welche überdies gegen die Rinde hin das Maximum ihrer Zahl und ihrer Breite erreichen. Ihr erster Ursprung schient übrigens in der Cambiumsschichte zu liegen.

§. 82. **Lenticellen, Linsenkörper, Rindenhöckerchen, Fleckchen.** — Auf der Oberfläche vieler jungen Rinden bemerkt man kleine Flecken von mannigfaltiger Gestalt, die gewöhnlich nach der Achse des Stammes hin verlängert sind; man findet bei einer mit einem feinen Takte verbundenen, aufmerksamen Untersuchung, daß sie auf denselben kleine Höckerchen bilden. Man hat sie zuerst linsenförmige Drüsen, und erst später, nachdem man eingesehen hatte, daß ihre Natur durchaus nichts Drüsenartiges an sich hatte, Lenticellen genannt. Sie wachsen zu gleicher Zeit mit dem Stamme, aber mehr höckerförmig, als in die Länge, so daß sie sich wölben und sich immer mehr erweitern. Bei der Untersuchung mit einem Mikroskope findet man eine zellige Anhäufung, und bei dem Forschen nach ihrem Ursprunge sieht man, daß es ein kleiner Auswuchs der Netzhaut ist, welche die sie bedeckenden Theile nach außen treibt, auffprengt und auf diese Weise endlich gewissermaßen einen Bruch nach außen erzeugt. Die Korkdecke, durch welche sie hindurchgeht, folgt ihr etwas nach und bildet ihren Umfang. Die Rinde kann auf diese Art durch die zahlreichen Lenticellen, womit ihre Oberfläche besäet ist, ihre innersten Schichten mit der äußeren Luft in Berührung bringen, nachdem die Spaltöffnungen durch das Verschwinden der Epidermis ihre Verrichtungen eingestellt haben.

Decandolle wies ihnen eine andere Bestimmung an. Man weiß, daß, wenn man einen Zweig in das Wasser oder in die feuchte Erde legt, er gewöhnlich zu leben fortfährt, und daß sich aus seiner Oberfläche eine Menge von Wurzeln entwickelt, die man Adventiv-

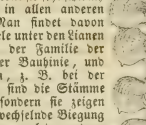
wurzeln nennt, und welche endlich diejenige ersetzen, die diesem Zweige, der Steckreis heißt, abgehen. Da Decandolle bemerkt hatte, daß diese Adventivwurzeln oft aus dem Mittelpunkte der Zellen hervorkommen, so meinte er, daß sie zu dieser Erzeugung vorausbestimmt wären, und daß sie gleichsam in Beziehung auf diese Wurzeln die nämliche Rolle spielen, wie die Knospen in Beziehung auf die Zweige. Man hat aber bemerkt, daß die Wurzeln auch aus vielen andern Punkten hervorkommen, wo keine Lenticellen sind, und hat natürlicher Weise ihr gewöhnlicheres Vorkommen aus dem Mittelpunkte von diesen Lenticellen durch die Anhäufung von Zellen erklärt, woraus sie besteht, und welche die Erzeugung neuer Theile begünstigen muß.

Regelwidrige Stämme dikotyledonischer Pflanzen.

§. 83. Wir haben bisher die dikotyledonischen Stämme untersucht, so wie sie gewöhnlich an den Bäumen unserer Klimate vorkommen. Wir haben aber bereits auf einige Ausnahmen von der Regel aufmerksam gemacht: nämlich auf die Bildung mehrerer Holzschichten in einem und demselben Jahre (§. 70), oder einer einzigen, in die Augen fallenden, die aber aus der Verschmelzung von mehreren entstand, welche in einer Reihe von Jahren erzeugt wurden (§. 71). Dieser letztere Fall ist nicht sehr selten; die Markstrahlen sind alsdann in den meisten Fällen vorhanden, und können durch ihren mehr oder weniger entfernten Ursprung vom Marke im Mittelpunkte noch dazu beitragen, mehrere concentrische Bildungen zu erkennen. Die Strahlen selbst aber können verschwinden, und die ganze Masse des Holzes kann ein gleichartiges Ansehen annehmen, das über sein Alter und seine Bildungsweise durchaus keinen Aufschluß zu geben vermag. Dies sieht man zum Beispiele an der Pisonia aculeata, an welcher ein Stengel von 12 Decimetern im Durchmesser durchaus keinen wahrnehmbaren Unterschied zwischen Mark und Rinde erkennen läßt, man mag ihn auch untersuchen, wo man nur will; er besteht ganz aus sehr großen und beinahe gleichen Gefäßen, die ziemlich regelmäßig in einem sehr feinen zelligen oder faserigen Gefäße vertheilt sind.

§. 84. Ein anderesmal sind es Rindenschichten, deren Entwicklung sich nicht nach den gewöhnlichen Regeln richtet, die überdies, wie wir gesehen haben, weit mannigfaltiger als bei der des Holzes sind. So hört z. B. bei mehreren Stämmen, namentlich bei der Osterluzei, der Bast nach dem ersten Jahre auf zu wachsen und reduzirt sich, anstatt concentrische Gürtel zu bilden, auf kleine Büschel, die in einem einzigen Ringe um das Holz herum liegen.

§. 85. Unter den Wendekreisen findet man eine größere Menge von Pflanzen, die rücksichtlich ihres Stammes von den unsrigen verschieden sind, besonders unter denen, welche man Lianen nennt, und die, anstatt sich selbst zu tragen, sich auf andere stützen, dieselbe umschlingen und so bis zu ihrem Gipfel hinanklettern, um wieder herabzufallen, so wie ihnen eine Stütze fehlt; unsere Wein- und Waldreben können einen Begriff davon abgeben. Einige sind cylindrisch, wie die Aeste unserer Bäume; aber viele von ihnen platten sich nach der einen oder der andern Richtung ab und nehmen auf diese Weise mehr oder weniger sonderbare Gestalten an. Man möchte geneigt sein, zu glauben, daß diese Abplattung von dem mechanischen Hindernisse herrühre, das ihre Vegetation durch ihre Berührung mit dem Baume erleidet, den sie umschlingen; und dies mag wohl wahr sein, wenn sie bloß auf der Berührungsfläche abgeplattet und auf der andern gewölbt sind, und in den Räumen, wo sie frei herabhängen, eine Entwicklung zeigen, die in ihrem ganzen Umfange fast gleich bleibt. Bei vielen Lianen aber bleibt die Gestalt dieselbe, sie mögen an einen andern Körper angedrückt oder frei sein, und man macht nothwendigerweise daraus den Schluß, daß diese Unregelmäßigkeit in der Gestalt in ihrer Natur selbst liege. Bei diesen zusammengedrückten Stämmen entwickelt sich der holzichte Körper bloß in zwei einander geradezu entgegengesetzten Richtungen, wo die Dicke beträchtlich bleibt, während sie sehr schwach oder beinahe Null in allen andern Richtungen ist. Man findet davon merkwürdige Beispiele unter den Lianen aus einer Gattung der Familie der Hülsetragenden, der Bauhinie, und bei gewissen Arten, z. B. bei der Bauhinia scandens, sind die Stämme nicht bloß platt, sondern sie zeigen sogar durch ihre abwechselnde Biegung nach der einen, sodann nach der andern Richtung eine ungewöhnliche und merkwürdige Zickzackbildung (Fig. 105).



105.

§. 86. Die unregelmäßige Gestalt vieler Lianen hat in den meisten Fällen eine ähnliche Ursache, nämlich: die ungleiche Entwicklung des holzichten Körpers, der, anstatt in seinem ganzen Umfange beinahe gleichförmig zu wachsen und auf diese Weise einen Cylinder oder Konus zu bilden, fortfährt, sich nach gewissen Richtungen hin bedeutend, nach gewissen andern hin fast gar nicht zu verdicken, so daß er ganz die cylindrische Form verliert oder daß er die Gestalt einer mehr oder weniger tief, mehr oder weniger regelmäßig ausgekehlten Säule annimmt. Bald folgt die Rinde, durch Ueberziehung derselben, allen Umrissen des holzichten Körpers, deren Gestalt sich äußerlich durch die des Stammes zu erkennen gibt (Fig. 106), bald

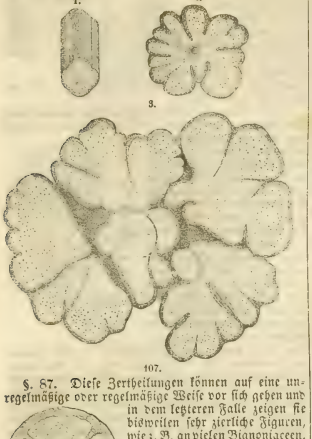
106.

sind die Auskehlungen zu schmal und die Rinde zu dick, als daß jene von dieser ausgefüllt werden könnten, und der Stamm zeigt äußerlich eine beinahe einförmige oder leicht ausgekehlte Oberfläche, während der holzichte Körper sehr tief ausgekehlt ist (Fig. 107, 2), und um so mehr, je höher man ihn beobachtet. Diese von dem Rindengewebe so ausgefüllten Zwischenräume nehmen nach Art der Strahlen ihre Richtung nach dem Mittelpunkte, und können auf diese Weise bei ihrem endlichen Zusammentreffen in demselben den Stamm in eben so viele Bruchstücke theilen, deren Gestalt keilförmig ist und wovon jedes einen Theil der Markröhre mit sich nimmt. In andern Fällen treffen in Folge eines stärkern Convergirens diese Steitgkeitsunterbrechungen zusammen, bevor sie noch den Mittelpunkt erreichen, und man erhält ein Centralstück des holzichten Körpers, in welchem das Mark mit der Markröhre unversehrt bleibt und mit einem Ringe anderer Büschel umgeben ist, die denselben beraubt sind. Gewöhnlich folgt die Rinde allen diesen Zertheilungen des Holzes und überzieht sie, und es sieht daher aus, als ob mehrere Aeste

105. Bruchstück von dem Stamme der Bauhinia scandens, weit kleiner, als in der Natur.

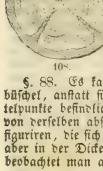
106. Horizontaler Schnitt des Stammes einer brasilianischen Mespribiacenart (Heteropteryx anomala). — In dieser und den folgenden Figuren zeigen die Punkte, womit das Holz überstreut ist, die Mündungen der großen punktirten Gefäße an.

einander genähert und zusammen geflochten wären, obgleich man es nur mit einem einzigen Aste zu thun hat (Fig. 107, 3).



107.

§. 87. Diese Zertheilungen können auf eine unregelmäßige oder regelmäßige Weise vor sich gehen und in dem letzteren Falle zeigen sie bisweilen sehr zierliche Figuren, wie z. B. an vielen Bignoniaceen, wo der holzichte Körper bei seinem Streben, sich nach zwei Durchmessern, die sich unter rechten Winkeln kreuzen, in vier einander entgegengesetzten Richtungen zu entwickeln, eine Art Malteserkreuz abbildet (Fig. 108).



108.

§. 88. Es kann sich ereignen, daß sich die Holzbüschel, anstatt sich nach und nach von der im Mittelpunkte befindlichen Holzmasse loszumachen, schnell von derselben absondern und als eben so viele Aeste figuriren, die sich parallel mit dem Stamme erheben, aber in der Dicke der Rinde verborgen liegen. Dies beobachtet man an vielen Sapindaceen (Fig. 109),

109.

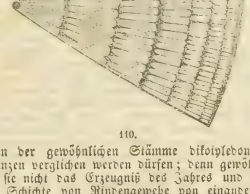
107. Horizontalschnitte einer andern brasilianischen Malpighiacee art (Banisteria nigrescens) in verschiedenen Alters. — 4. Wenn ihr Umriß erst vier oberflächliche Lappen zeigt. — 2. Wenn er sechs weit tiefere zeigt, wovon mehrere schon anfangen, sich selbst zu theilen. — 3. Wenn sie vollständig getrennt sind und das Ausleben von den so vielen abgetheilerten und bloß neben einander liegenden Aexten haben. Man sieht, daß der in der Mitte allein ein Mark und eine Markröhre hat.

108. Horizontalschnitt von dem Stamme einer Bignonienart (Bignonia capreolata).

109. Horizontalschnitt von einem brasilianischen Sapindaceenstamme.

hiebei muß man bemerken, daß jeder dieser holzichten Körper, die um einen im Mittelpunkte befindlichen holzichten Körper kreisförmig herumliegen, selbst wieder einen Mittelpunkt hat, den einige entrollbare Luftgefäße durchlaufen und der demnach eine Zerstückelung der Markröhre sein muß.

§. 89. Die Büschel, welche auf diese Weise um einen im Mittelpunkte befindlichen Cylinder gereiht sind, wovon sie durch eine sie auf allen Seiten umgebende Rindenschichte getrennt werden, können von einander abgesondert sein oder sich gegenseitig nähern und zwar in einem solchen Grade, daß sie sich endlich berühren und auf diese Weise einen mit dem ersten concentrisch laufenden Ring bilden; es lösen sich sodann neue Büschel um den zweiten herum ab, nähern sich und bilden von ihrer Seite einen dritten Ring und so fort. Wir bekommen so mehrere concentrische Gürtel, welche aber durchaus nicht mit



110.

denen der gewöhnlichen Stämme dikotyledonischer Pflanzen verglichen werden dürfen; denn gewöhnlich sind sie nicht das Erzeugniß des Jahres und durch eine Schichte von Rindengewebe von einander getrennt. Diese Abwechslungen von Holz- und Rindenschichten erscheinen unregelmäßig in vielen kletternden, windenartigen Pflanzen, in den Monsamengewächsen, in einigen Cissus (Wasserliane, Jägerliane) und vorzüglich in dem Gnetum. In allen diesen letzteren wird jeder Holzgürtel durch Markstrahlen in eben so viele Büschel zerschnitten, und jedem dieser Büschel entspricht ein Bastfaserbüschel in dem ihn umgebenden Rindengürtel. Zu bemerken ist, daß man diesen Bast in allen concentrischen Gürteln des Gnetum (Fig. 110) antrifft, hingegen bloß in dem innersten der Monsamengewächse, wo alle übrigen ganz zerlicht sind.

§. 90. Es wäre zu lang, wenn man alle Modifikationen dieser unregelmäßigen und überdies noch unvollständig bekannten Stämme beschreiben wollte, weil sie, als Bewohner entfernter Länder, nicht wie die Bäume unseres Landes in ihrer Entwicklung verfolgt werden konnten. Wir haben uns damit begnügt, die hauptsächlichsten zu schildern und die Aufmerksamkeit vorzüglich auf diese Verwicklung der Holzschichten und der Rindenschichten zu lenken, die man an denselben häufig bemerkt. Es unterliegt keinem Zweifel, daß Thatsachen, die einmal richtiger und in größerer Menge erkannt werden, die Frage aufhellen werden und daß man anstatt mehrere neue Gesetze zu suchen, ein einziges entdecken wird, nach welchem sich die Entwicklung aller Stämme der dikotyledonischen Pflanzen richtet, wovon die unserer Bäume selbst nur noch ein sehr gewöhnlicher Fall sein wird. Wahrscheinlich übt die Stellung der Blätter und der Aeste, welche immer unmittelbar über ihnen entstehen und

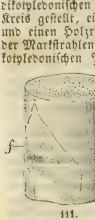
110. Abschnitt eines horizontalen Schnittes von Gnetum. — m m Mark — rrr Markröhre. — bbbbbbb Holzbüschel, welche sieben concentrische Gürtel bilden, wovon jeder das Produkt mehrerer Jahre ist. — llllll Kleine Bastfaserbüschel, welche nach außen jedem der vorhergehenden Büschel entsprechen und auf diese Weise Ringe bilden, die in gleicher Zahl zwischen den Holzgürteln liegen.

welche von ihrer Seite die Erzeugung einer größeren Menge von Holzgewebe mit sich führt, einen großen Einfluß auf diese Gelapptheit und diese Zertheilung des Holzkörpers, besonders bei den Lianen aus, deren Wachsthum außerordentlich schnell vor sich geht und deren Blätter oft in sehr großen Zwischenräumen von einander abstehen. Bei unsern Bäumen muß das Wachsthum des Stammes durch seine Langsamkeit selber, vorzüglich aber dadurch, daß sich die Blätter und folglich auch die Aeste näher stehen, weit gleichförmiger auf seinen ganzen Umfang vertheilt sein. Bei den krautartigen Pflanzen, welche schnell treiben und bei denen die Blätter oft sehr entfernt von einander stehen, finden wir auch häufige Unregelmäßigkeiten in der äußeren Gestalt und in dem inneren Baue, die bisweilen mit mehreren von denen verglichen werden könnten, von denen wir vorher gesprochen haben.

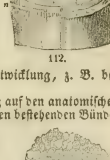
Stamm bei den monokotyledonischen Pflanzen.

§. 91. Wir haben den monokotyledonischen wie den dikotyledonischen Embryo in den ersten Phasen seines Lebens von seinem ersten Erscheinen an verfolgt (Fig. 74, 76, 79). Er besteht, wie dieser, ganz aus Zellgewebe, (wobei eine äußere Schichte von einer übrigens in etwas verschiedenen Gestalt die Epidermis bildet) bis zur Zeit der Reife oder im Allgemeinen bis zum Keimen. Erst alsdann sieht man an demselben Fasern und Gefäße erscheinen, die sich zu Bündeln gruppiren. Diese sind anfänglich kreisförmig geordnet, und bis dahin unterscheidet durchaus nichts auf eine deutliche Weise diesen kleinen Stamm von demjenigen, der aus einem dikotyledonischen Embryo entsteht.

So wie er sich aber dadurch vergrößert, daß er sich mit zahlreicheren Blättern bedeckt und sich demnach die Büschel in seinem Innern vervielfältigen, so bemerkt man an denselben eine Anordnung, die ganz von derjenigen verschieden ist, die sie bei den dikotyledonischen Pflanzen annehmen, wo sie, in einen Kreis gestellt, einander näher kommen, sich berühren, und einen Holzring bilden, der bloß durch die Linien der Markstrahlen durchschnitten wird. Bei den monokotyledonischen Pflanzen (Fig. 111) sind die Büschel ohne wahrnehmbare Ordnung, die einen mehr nach innen, die andern, welche auch zahlreicher sind, mehr nach außen, mitten in dem Zellgewebe zerstreut. Dieses zwischen ihnen liegende Gewebe macht also in ihrem Zwischenraume keine gerade Linien, die sich vom Mittelpunkte bis zur Peripherie hin erstrecken; es bildet keine Markstrahlen. Der Mittelpunkt, welcher ganz zellig geblieben ist, oder durch den nur eine kleine Anzahl von Bündeln geht, stellt zwar wohl das Mark bis auf einen gewissen Punkt vor, es ist aber schlecht umgränzt und hat durchaus nicht jene Markröhre, welche, wie wir bei den Dikotyledonen gesehen haben, das Dasein der Luftgefäße kennlich macht. Das Mark bildet einen ziemlich beträchtlichen und regelmäßigen Cylinder, bei den mehresten der monokotyledonischen Pflanzen, besonders bei den Grasarten, wie man an dem Mais, an dem Arundo sehen kann, durchaus keine Holzbüschel hat. Es hilft aber alsdann nicht zu der raschen Entwicklung des Stammes, dessen Mittelpunkt es anfänglich ausfüllte und welcher später durch die Zerstörung des Markes röhrig wird (Fig. 112). Die Ueberreste des Markes erblickt man an den inneren Wänden der Röhre, deren Gestalt der Stengel angenommen hat; dies ereignet sich übrigens gleichfalls bei den dikotyledonischen Pflanzen mit sehr voluminösem Marke und von sehr rascher Entwicklung, z. B. bei den Doldengewächsen.



111.



112.

§. 92. Wenn wir in Beziehung auf den anatomischen Bau einen aus Fasern und Gefäßen bestehenden Bündel von dem Stamme einer monokotyledonischen Pflanze mit dem vergleichen, wie wir ihn an einem, noch nicht ganz ein Jahr alten dikotyledonischen Stamme oder Aste beschrieben haben, so werden wir beide sehr ähnlich finden. Der erstere zeigt wirklich (Fig. 113) von innen nach außen erstens Luftgefäße (l), sodann größere gestreifte oder punktirte Gefäße (vp); beide sind von punktirten (u), bisweilen faserförmig verlängerten Zellen begleitet und umgeben; zweitens einen Haufen von Saftgefäßen (t) und Fasern mit einfachen, sehr dünnen Wänden, die von einem Halbmonde anderer, ganz nach außen liegender, dickwändiger Fasern umgeben sind, welche letztere aus mehreren in einander liegenden Schichten entspringen. Finden wir nun nicht in dieser Verbindung alle Elemente eines aus Fasern und Gefäßen bestehenden Bündels einer dikotyledonischen Pflanze; in dem inneren Theile den, welcher dem Holze, in dem äußeren den, welcher der Rinde entsprechen würde? Daher sind auch in dem ersten Jahre die krautartigen Stämme der monokotyledonischen Pflanzen, sowie die von vielen dikotyledonischen, und unter diesen letzteren vorzüglich von solchen, bei denen wir die Zerstreuung der Markröhrenbündel in die Rinde angegeben haben, sehr schwer zu unterscheiden. Wollen wir aber die Vergleichung weiter treiben, so hört die Aehnlichkeit auf.

113.

Der Bündel einer dikotyledonischen Pflanze zeigt in seiner ganzen Länge die nämliche Struktur; untersucht man den Bündel einer monokotyledonischen Pflanze in verschiedenen Höhen, so ändert er sich in seiner Dicke und in seiner Zusammensetzung. Der erstere trennt sich nach einer gewissen Zeit, gewöhnlich nach einem Jahre, in zwei Theile, wovon der eine bei dem Holzsysteme bleibt, der andere zum Rindensysteme übergeht, und zwischen denselben bildet sich ein neuer Bündel, der dazu bestimmt ist, ein Jahr später die nämliche Zertheilung zu erleiden. Die Elemente eines Bündels an einer monokotyledonischen Pflanze trennen sich zu keiner Zeit, und wenn die inneren mit dem Holze, die äußeren mit dem Baste verglichen werden können, so wäre dies ein Bast, der in der ganzen Dicke des Stammes mit den Holzgefäßen, denen er auf eine unbestimmte Weise angeheftet bleibt, zerstreut wäre.

Man sieht gleich anfangs aus dieser ersten Uebersicht, wie verschieden die Wachsthumsweise an den

111. Fragment eines Spargelstengels, dessen oberes Ende horizontal gezeichnet ist. In dieser und allen folgenden Figuren zeigen die auf dem Schnitte angegebenen Punkte die Holzfasern an. — *f* ein in einem schuppenförmigen Zustande befindliches Blatt.

112. Fragment eines Schilfrohrstengels (**Arundo phragmites**), der ein wenig über einem Knoten abgeschnitten ist. Er ist durch das Verschwinden des centralen Markparenchyms, das man noch wagerecht mit dem Knoten *n* bemerkt, röhrig geworden.

113. Horizontaler Schnitt eines aus Fasern und Gefäßen bestehenden Bündels von einem Palmbaume (**Corypha frigida**). — *l* Luftgefäße. — *vp* große, punktirte Gefäße. — *u* Zellen nebst den bei Perrochim bikerden Gefäßen, oder in andern zu Fasern verlängerten Punkten. — *t* Saftgefäße. — *f* dicke, faserähnliche Fasern.

dikotyledonischen und monokotyledonischen Stämmen sein müsse, und daß wir bei diesen weder concen-

114.

trische Holzgürtel, wovon sich jedes Jahr einer bildet, noch Bastblätter erwarten dürfen.

§. 93. Leider gehen dem Studium die holzigen, monokotyledonischen Pflanzen in unserem Klima fast gänzlich ab, und wir können nicht, wie bei den dikotyledonischen, dem Schüler Beispiele anführen, mit denen er bekannt ist, und die er sich leicht verschaffen kann. Er kann aber oft in den Kupferstichen, die in den Reisebeschreibungen vorkommen, Palmbäume finden, diejenigen unter den monokotyledonischen Bäumen, welche die größte Rolle in der Natur spielen; bei dem Anblicke derselben muß ihm nothwendig der große Unterschied auffallen, den diese Bäume durch ihren dünnschäftigen Stamm, der von unten bis oben gewöhnlich von gleichförmiger Dicke ist, und durch die Nacktheit eben dieses Stammes, der sich nicht in Aeste und Zweige vertheilt, und erst an seinem Gipfel seine großen in einen Büschel vereinigten Blätter trägt, mit den unsrigen haben (Fig. 114, 1). Die Tucca aloefolia, welche in den Gärten, besonders in den südlichen, gar nicht selten ist, kann im Kleinen einen Begriff von dem Wuchse der Palmen abgeben.

§. 94. Wenn wir von der äußerlichen Untersuchung eines Palmbaumes zu der Untersuchung seines Inneren übergehen (Fig. 115), so finden wir dieses Haufen faseriger Büschel unordentlich in dem Zellgewebe zerstreut, wie wir es für das erste Jahr angegeben haben. Diese Büschel haben sich aber außerordentlich vervielfältigt; seltener und von einander entfernter in der Mitte des Stammes (m), werden sie zahlreicher, gedrängter und zu gleicher Zeit farbiger, je näher sie der Peripherie kommen, gegen welche hin sie auf diese Weise einen dichten und schwärzlichen Gürtel bilden (b). Bald überzieht sich dieser unmittelbar mit der Zellenschichte, welche man Rinde nannte (e). bald liegt zwischen ihr und dieser Schichte ein Gürtel (l) von Bündeln, welche lockerer vereint, schlanker, nicht so gedrängt und nicht so gefärbt sind, und dessen Lage uns Natur ihn oft für einen Baßgürtel halten ließen.

115.

§. 95. Dieser Bau der meisten Palmbäume war schon den Alten bekannt. Desfontaines gebührt die Ehre, seine Allgemeinheit in allen monokotyledonischen Pflanzen entdeckt und folgendes, sehr einfaches Gesetz zuerst ausgesprochen zu haben: Nach dem inneren Bau der Stämme theilen sich die Pflanzen in zwei große Klassen: zu der ersten gehören die, welche keine deutliche concentrische Schichten haben, deren Festigkeit von der Peripherie gegen den Mittelpunkt hin abnimmt, bei denen das Mark zwischen den faserigen Bündeln ohne Markverlängerungen in divergirenden Strahlen liegt: die monokotyledonischen Pflanzen; zu der zweiten die, welche deutliche concentrische Schichten haben, deren Festigkeit von dem Mittelpunkte gegen die Peripherie hin abnimmt, bei denen das Mark in einem der Länge nach laufenden Kanale mit Markverlängerungen in divergirenden Strahlen enthalten ist: die dikotyledonischen Pflanzen. Dieses von Desfontaines so ausgesprochene Gesetz ist bis jetzt noch nicht angefochten worden.

So verhält es sich aber nicht mit den Schlüssen, welche die Art und Weise des Wachsthums an den Stämmen der monokotyledonischen Pflanzen betreffen, und welche er auf eine sehr zweifelhafte Weise nach Daubenton daraus abgeleitet hatte, die aber später allgemein angenommen und anerkannt wurden. Da alle Blätter gewöhnlich an dem Gipfel des Baumes vereinigt sind, und da bei dieser Vereinigung die jüngsten, die zuletzt gebildeten, dem Mittelpunkte zunächst stehen, da auf der andern Seite in die Blätter alle aus Fasern und Gefäßen bestehende Büschel auslaufen, deren Vereinigung den festen Theil des Stammes begründet, so liegen die Büschel, welche an die jüngsten Blätter anstoßen und welche demnach selbst zuletzt gebildet werden, im Mittelpunkte der andern. Auf diese Weise wird also der Stamm beständig durch das Hinzukommen neuer Büschel, die sich in seiner Mitte bilden, und welche die älteren nach außen treiben, hart; diese letzteren nähern sich einander, drängen sich immer mehr und bilden auf diese Weise endlich jenen äußeren Gürtel, der härter als alles Uebrige ist. Diese Art zu wachsen wäre also gerade das Umgekehrte von dem Wachsthume bei den dikotyledonischen Pflanzen, bei welchen die neueste Schichte immer die äußerste, und bei denen jede um so älter ist, je näher sie sich an dem Mittelpunkte befindet. Man schlug den Namen: von außen erzeugt (exogène) für jene Stämme dikotyledonischer Pflanzen vor, welche von außen wachsen, und den Namen: von innen

114. Zwei monokotyledonische Bäume, die zu zwei verschiedenen Familien gehören; der 1 ist zu der Familie der Palmbäume, der Kokosbaum (Cocos nucifera); der andere (2) zu der Familie der Bandanen, der Baguois oder Vacoua (Pandanus odoratissimus). Der erste liefert ein Beispiel von einem einfachen, der zweite von einem ästigen Stamme. Man hat zwei menschliche Figuren an den Fuße derselben angebracht, um ihre Höhe anzuzeigen.

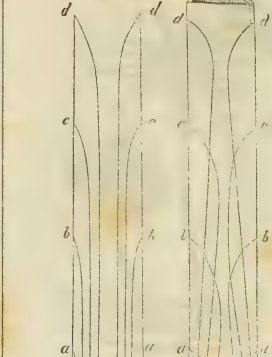
115. Abschnitt eines horizontalen Schnittes eines Palmbaumes (Astrocaryum murumuru). — m Central- oder Markheil mit festeren und zerstreueren Holzbüscheln. — b Aeußerer oder so sichter Theil, wo die zahlreichen und gedrängten Büschel einen dichten und schwärzlichen Gürtel bilden. — l Gürtel von schlanferen und nicht so gedrängten Büscheln, die man mit dem Baste verglichen hat. — e Rindenartige Zellenschichte.

erzeugt (endogène) für die von den monokotyledonischen Pflanzen, welche von innen wachsen.*

§. 96. Damit aber diese Schlüsse richtig seien, müßten die Bäschel auf eine unveränderliche Weise die nämlichen Verhältnisse und demnach die nämliche parallele Richtung in der ganzen Länge ihres Weges behalten, ihr Ganzes müßte eine Art Garbe bilden. Dies findet aber nicht Statt, und an einem Palmstamme, der nach seiner Länge geschnitten wurde, sieht man, wie der Bäschel sich krümmt und sich nach allen Richtungen hin kreuzt; man würde das Nämliche, jedoch etwas schwieriger, an dem kurzen Stamme eines Lauchs oder irgend einer andern unserer krautartigen monokotyledonischen Pflanzen sehen, bei denen die Blätter auf einem sehr kurzen Stamme gedrängt eingefügt sind.

Wenn man einen dieser Bäschel auf seinem ganzen Wege von oben nach unten, d. h. von dem Punkte an verfolgt, der auf der Oberfläche des Stammes liegt, wo er sich von demselben trennt, um in ein Blatt überzugehen, so sieht man, daß er zuerst eine mehr oder minder schiefe Richtung im Innern und sodann unten hat, wenn er mehr oder weniger dem Mittelpunkte näher gekommen ist. Auf diese Weise scheint er aus dem Theile, der im Mittelpunkt liegt, hervorzukommen, und bloß darum, weil man ihn nicht weiter verfolgte, haben sich die Beobachter über seinen Ursprung getäuscht und haben die endogenen Stämme angenommen. Hätten sie ihn aber tiefer verfolgt, so hätten sie gesehen, wie er eine sehr schiefe, von seiner ersten Richtung umgekehrte, d. h. eine Richtung nach außen annahm, und sich immer mehr der Oberfläche näherte, bis er unter die Rinde kommt, wo sein Gang beinahe geradlinigt wird. Er hat also einen langen Bogen beschrieben, der seine convexe Seite, welche sich oben weit deutlicher zeigt, einwärts richtet. Auf diesem Wege mußte er nach der Reihe alle unter ihm liegende und vor ihm gebildete Bäschel durchkreuzen, weil diese sich zu niederern und demnach älteren Blättern begaben, und endlich außerhalb derselben seinen Platz nehmen. Die neuesten Bäschel sind demnach entschieden die äußersten, wie sie es bei den dikotyledonischen Pflanzen waren; nur die gleichzeitigen Bäschel laufen, anstatt auf ihrem Wege fast parallel zu bleiben und auf diese Weise durch ihre Gesammtheit einen Cylinder in dem Stamme zu bilden, an ihrem oberen Theile zusammen, an dem unteren auseinander. Uebrigens müssen wir noch beifügen, daß der von ihnen beschriebene Bogen nicht in einer und derselben Ebene liegt, und daß also ein senkrechter Schnitt des Stammes uns einen und denselben Bäschel nicht ganz von einem Ende bis zum andern zeigen kann. Sein unregelmäßiger Weg und die Schwierigkeit, ihn mitten unter diesem Gewebe zu verfolgen, machen diese Art der Untersuchung äußerst verwickelt. Uebrigens werden zwei theoretische Abbildungen, welche den Gang von vier Bäschelpaaren (a, b, c, d) nach den beiden Systemen, dem der endogenen Stämme und dem so eben vorgetragenen, anzeigen, und ihre verschiedene Beziehung zu dem einen und dem andern anschaulich machen (Fig. 116).

§. 97. Wir haben gesagt, daß, wenn die Zusammensetzung eines und desselben Bäschels in verschiedenen Höhen beobachtet wird, sie nicht dieselbe ist. Oben herrschen die Elemente vor, welche wir mit dem Holze, unten hingegen die, welche wir mit der Rinde verglichen haben; das Verhältniß der einen zu den andern wechselt auf diese Art stufenweise ab. In dem oberen Theile des Weges eines Bäschels, in dem nämlich, in welchem sein Bogen sich gegen den Mittelpunkt richtet, oder gegen denselben herabsteigt, zeigt er von innen nach außen mehrere Luftgefäße, sodann größere Gefäße von einer andern Reihe, die von ihren Zellen umgeben sind; endlich in geringerer, gleicher, oder etwas größerer Zahl, die eigentlichen Gefäße und die dicken, den Baftfasern ähnlichen Fasern.



116.

Diese vervielfältigen sich aber immer mehr und machen sogar den Bäschel dicker, je mehr er sich bei seinem Herabsteigen der Peripherie nähert, so daß man sie, etwas weiter unten, in großer Menge antrifft, wie sie inwendig noch von einem kleinen Haufen holzichter Zellen begränzt sind, die ein oder zwei große Gefäße umgeben; noch weiter unten werden nur sie noch gefunden. Ganz unten, wo der Bäschel längs der Rinde hingeht, ist er vollkommen faserig, gewöhnlich sehr dünn geworden, und hat sich oft in mehrere besondere Fäserchen zertheilt; Fäserchen, die bei ihrer Anastomosirung mit denen der benachbarten Bäschel, die Verschmelzung vermehren.

Bei einem Horizontalschnitte des Stammes bilden also diese dünnen und durch ein Parenchym mit sehr feinen Maschen nur locker verbundenen Fäserchen den äußeren Theil, und bringen jene Schichte hervor, die man bisweilen für die Baftschichte gehalten hat, die aber hier, wie man sieht, einen ganz anderen Ursprung, als bei den dikotyledonischen Pflanzen hat, und die auch bisweilen fehlt. Der Theil der Bäschel, welcher wesentlich aus einer großen Menge Fasern mit dicken Wänden besteht, bildet den harten und farbigen Gürtel; ihr oberer Theil, wo sich diese Fasern mit Gefäßen und holzichten Zellen verbunden haben, bildet die seltenern, auf der Mitte des Cen-

116. Verhältniß von vier Bäschelpaaren: 1. nach dem Systeme von innen erzeugten Stämmen; — 2. nach dem Mohlschen Systeme.

* Man versteht überhaupt unter erogenen Pflanzen solche, welche concentrische Gefäße oder Ringe haben, und unter endogenen solche, deren Gefäße in dem Stamme oder Stengel vertheilt sind.
Anm. d. Uebersetzers.

tralparenchyms zerstreuten Punkte; so wie auch die, welche man gegen die Einfügung der Blätter hin findet. Alle diese Resultate verdankt man den gelehrten Bemühungen Hugo Mohl's.

§. 98. Der Stamm ist anfänglich vorzüglich durch das individuelle Wachsthum eines jeden der verschiedenen Elemente, woraus er besteht, dicker geworden. Warum hört aber dieses Dickerwerden gewöhnlich bald auf, und warum zeigt der Stamm von oben an bis unten einen fast gleichen Durchmesser, da es doch scheint, daß das beständige Hinzukommen neuer Büschel, welche neuen Blättern entsprechen, ihn unaufhörlich dicker machen sollten? Die Zahl dieser Büschel läßt sich nicht mit der Zahl derjenigen vergleichen, die man bei den dikotyledonischen Pflanzen findet, weil der Raum in den meisten Fällen, anstatt ganz mit Aesten und Blättern bedeckt zu sein, diese nur auf seinem Gipfel trägt, und nur durch eine einzige gipfelständige Knospe in die Höhe wächst. Wir wissen überdieß, daß sich diese Büschel, anstatt auf ihrem ganzen Wege von gleicher Dicke zu sein, stufenweise nach unten verdünnen, und sich wahrscheinlich endlich erschöpfen. Die Grundfläche des Stammes zeigt also nicht die Summe aller Büschel und die Zahl derjenigen, welche durch sie durchgehen können, wird in derselben durch die Verdünnung und die Verschiedung der oberen Büschel ersetzt: eben so verhält es sich auf jeder Stufe der Höhe. Bisweilen ist jedoch diese Ausgleichung nicht auf allen Höhen ganz genau dieselbe, und man sieht Stämme, die nach unten, in der Mitte oder nach oben sich bauchen, und dies richtet sich ohne Zweifel nach der Zeit seines Lebens, zu welcher der Baum am kräftigsten vegetirte.

§. 99. Wir haben bisher die monokotyledonischen Stämme so dargestellt, als ob sie aller Verästung ermangeln und bloß aus einer gipfelständigen Knospe wachsen. Obgleich dieser Fall am häufigsten vorkommt, so ist er doch bei weitem nicht allgemein. Wir sehen, daß sich viele unserer monokotyledonischen Pflanzen, wie zum Beispiele die Spargel, die Asphodille und eine große Menge von Grasarten verästen; da ihr Stengel aber nur ein einziges Jahr lebt, so kann man mit keiner großen Zuverlässigkeit den Einfluß berechnen, den die Entwicklung seiner Aeste auf ihr Wachsthum ausübt. Die Beobachtung an einigen Bäumen der heißen Länder, die sich gleichfalls verästen, wie zum Beispiele die Baguois, die Dracaenier's, hat stärkere Beweiskraft. Sie können in der Dicke zunehmen, und es gibt sogar einige, welche außerordentlich dick werden. Man darf in dieser Hinsicht nur den kanarischen Draconier anführen, einen der dichsten Bäume auf unserer Erde, so daß man eine kleine Kapelle in dem Innern seines Stammes, der nach Art unserer Weiden ausgehöhlt ist,* aufführen konnte. Wenn sich auf diese Weise an einem schon ausgebildeten monokotyledonischen Stamme seitenständige Knospen entwickeln, so kriechen die Büschel, anstatt diesen Stamm auf ihrem Wege nach dem Mittelpunkte zu durchbohren, zwischen ihm und der Rinde fort, und es zeigt sich alsdann eine Vergrößerung des Umfangs, welche mit der an den dikotyledonischen Pflanzen viele Aehnlichkeit hat; immer jedoch mit dem Unterschiede, der aus der relativen Lage und der Zusammensetzung dieser Büschel entspringt, welche wie die am centralen Theile unzertheilt bleiben.

§. 100. Rinde nannten wir die Zellenschichte, welche anfänglich von der Epidermis überzogen und gewöhnlich durch die Grundfläche der Blätter verdickt, den äußersten Theil des Stammes bildet. Ihre Zusammensetzung unterscheidet sich deutlich von dem faserigen Theile, den sie überzieht und von welchem sie sich bisweilen abschält. Da sie aber bisweilen auch äußerst dünn und anhängend ist, so verschmilzt sie mit demselben; in einigen ziemlich seltenen Fällen erhält sie eine beträchtliche Entwicklung. So hat der Stamm des Taunus elephantipes, der jetzt in den Treibhäusern ziemlich gemein ist, das Aussehen einer Art von Dach, dessen Dreiecke in zahlreiche Fächer eingetheilt ist, die durch tiefe Furchen von einander geschieden sind; und diese Fächer sind eben so viele Platten von einer dem Korke ähnlichen rindenartigen Substanz; aber trotz diesem Aussehen hat sein gleichförmiges Zellgewebe nie diese verschiedenen Hüllen, die korkartige und die zellige gezeigt, die wir bei den dikotyledonischen Pflanzen beschrieben haben. Wir wissen übrigens, daß der Bast nie in der Rinde der monokotyledonischen Pflanzen vorkommt, weil der, den man in derselben bemerkt zu haben glaubte, einen ganz andern Ursprung hat, und nichts anderes ist, als das untere Ende der Holzfasern. Weiter oben spielt er wirklich die Rolle des Holzes und wird vielleicht auch den Namen desselben erhalten. Die Rinde unterscheidet sich also eben so, wie das Holz an den Stämmen dieser beiden großen Pflanzenklassen, und wenn man sogar ihren Unterschied in Pflanzen, deren Gefäße in dem Stamme vertheilt sind (endogene Pflanzen), und in Pflanzen mit concentrischen Ringen (erogene Pflanzen) ganz bei Seite läßt, so bleiben sie darum nicht weniger durch anatomische Merkmale von hoher Wichtigkeit und leichter Wahrnehmbarkeit von einander abgesondet.

Stämme akotyledonischer (nacktkeimender) Pflanzen.

§. 101. Wir haben (§. 27) gesehen, daß der Embryo oder die Spore einer akotyledonischen Pflanze keinen Unterschied derjenigen Theile zeige, die dazu bestimmt sind, sich in Wurzel, Stamm und Blättern zu entwickeln, daß er gewöhnlich eine einfache, mit einer körnigen Materie angefüllte Zelle ist. Findet er sich unter Bedingungen, die seinem Keimen günstig sind, so verlängert sich der auf die Erde oder auf jede andere hinlänglich feuchte Fläche gefallene Theil in eine Röhre, welche die Rolle einer Wurzel spielt, das andere Ende erweitert sich durch die Erzeugung neuer, neben der ersten befindlicher Zellen zu einem Anfange oder einer gewöhnlich horizontalen Platte und mehrere dieser Zellen treiben radicellenartige, der ersten ähnliche Röhren. Die Vegetation einer großen Anzahl von Pflanzen geht nicht darüber hinaus; es werden nicht einmal Stämme erzeugt. Bei mehreren von diesen, welche mitten im Wasser leben; bei den Armleuchtern z. B., erhebt sich zu gleicher Zeit, wo sich die Wurzeln in den Schlamm versenken, nach entgegengesetzter Richtung ein Cylinder, den man Stengel oder Ast nennen kann, er ist aber nur eine Reihe von Röhren oder verlängerten Zellen, die an ihren Endpunkten zusammengewachsen sind. Andere haben eine Art Stamm, der schon viel verwickelter ist, weil er aus einer Vereinigung von Zellen besteht; die äußersten, welche die ursprüngliche, abgerundete oder polyedrische Gestalt beibehalten, bilden die Hülle einer Achse, die aus verlängerten Zellen von verschiedener Gestalt oder sogar aus ächten Fasern besteht; dies beobachtet man z. B. an den Moosen und den Leberkräutern. Alle diese Pflanzen aber sind ganz zellig; man sieht an denselben noch keine Gefäße erscheinen.

§. 102. Diese Gefäße zeigen sich an den Was-

* Diese Zerstörung des centralen Theiles der monokotyledonischen Stämme, die man sehr häufig findet, ist ein unwiderlegbarer Beweis gegen das System, nach welchem die Gefäße in dem Stamme vertheilt sind. Die Pflanze, deren Gefäße in dem Stamme vertheilt sind, könnte mit ihrer zerstörten Mitte eben so wenig fortleben, als die Pflanze mit concentrischen Gefäßen, die auf eine gewisse Tiefe ihres peripherischen Theiles beraubt wird.

ferlinsenarten und an dem Wasserandorn, deren Stengel unter einer Zellenhülle eine aus Zellen und Gefäßen bestehende Achse hat. Diese besteht aus einem einzigen oder aus mehreren Büscheln, die durch ein zartes Parenchym mit einander verbunden sind. Diese Büschel sind gewöhnlich statt der mehr oder weniger cylindrischen Form, die wir an den Büscheln der kotyledonischen Pflanzen beobachtet haben, abgeplattet; sie bilden gleichsam Bänder, die auf mannigfaltige Art zusammengelegt oder nach ihrer Länge gekrümmt sind. Wenn man mit Hülfe des Mikroskops die Natur der Gefäße untersucht, die auf diese Weise in abgeplattete Bündel zusammengebracht worden sind, so findet man nur ringförmige Gefäße oder noch häufiger solche, die wir mit dem Namen treppenförmige (skalenförmige) bezeichnet haben; es sind sogar lange Fasern, die eher unabhängig, als mit ihren Enden zu einer stetigen Röhre verwachsen sind. Alle diese Pflanzen, wie wir sie jetzt auf der Erde finden, sind krautartig, es scheint aber nach den fossilen Ueberresten anderer Pflanzen zu schließen, welche man nicht mehr im Leben antrifft, daß zu einer weit früheren Zeit Stämme, die man zu den nämlichen vegetabilischen Familien rechnen kann, weit beträchtlichere Dimensionen und eine holzichte Consistenz gehabt haben.

§. 103. Es gibt noch eine große, auf der Erde sehr verbreitete Familie akotyledonischer Pflanzen, die der Farnkräuter, die bei einem ähnlichen Baue

117.

117. Baumartiges Farnkraut (Alsophila perrotetiana) aus Ostindien. — Der cylindrische Stamm zeigt an seiner Basis in *ra* eine konische Vertiefung, die aus einer Anhäufung von Adventivwurzeln herrührt, welche aus derselben entspringen und dieselbe an diesem Theile bedecken.

uns einen kleinen Begriff von dem geben können, was diese großen vorsündflutlichen Vegetabilien waren. In unsern gemäßigten Klimaten zeigen sich zwar die Farnkräuter nur in einem krautartigen Zustande oder sie kriechen, wenn ihre Stengel länger als ein Jahr dauern, fort und verbergen sich unter der Erde. Wie die Andorne, zeigen sie in ihrem Mittelpunkte einen einzigen oder eine kleine Anzahl von Büscheln, die gleichfalls aus meist treppenförmigen (skalenförmigen) Gefäßen bestehen. (Man kann §. 11, Fig. 48 die Abbildung einiger Fragmente dieser Gefäße sehen, die von einem der größten Farnkräuter unseres Landes, von der königlichen Domunde genommen sind.)

§. 104. Unter den Wedenfarnkräutern und in den heißen Klimaten, welche in der Nähe von diesen sind, haben die Farnkräuter oft eine ganz andere Entwicklung. Sie werden große Bäume, die oft eine Höhe von 15 bis 20 Meter erreichen: nur unter diesen können wir Glieder der Vergleichung mit den dikotyledonischen oder monokotyledonischen Bäumen finden, welche vorher den Gegenstand unserer Untersuchung ausmachten.

Aeußerlich scheinen sie den monokotyledonischen am meisten ähnlich zu sein: es sind hohe und dünnschäftige, einfache Stämme, die von ihrer Grundfläche bis zum Gipfel eine fast gleiche Dicke haben, und die ebenfalls an ihrem obersten Ende mit einem Büschel großer Blätter gekrönt sind, während sie durchaus feine an dem ganzen übrigen Theile ihrer Oberfläche haben.

§. 105. Man glaubte lange Zeit, daß ihr innerer Bau der nämliche, wie bei den monokotyledonischen Pflanzen sei: durchschneidet man aber einen dieser Stämme (Fig. 118) und untersucht man die Elemente desselben, so stellt sich eine auffallende Verschiedenheit heraus; denn anstatt kleiner holziger Büschel, die in der Mitte des Parenchyms in der ganzen Dicke des Stammes liegen, bemerkt man sogleich sehr große (*zl*), die in einem einzigen Ringe gegen seine Peripherie hin liegen. Diese Büschel sind bald durch Parenchyme von einander getrennt, bald an ihren Rändern so mit einander vereinigt, daß sie einen stetigen Ring bilden. Sie umschreiben also einen sehr großen, zelligen, im Mittelpunkte befindlichen Cylinder, der folglich seiner Lage und seiner Natur nach den Namen Mark erhalten kann (*m*). Außerhalb des Ringes befindet sich ein anderer zelliger Gürtel (*p*), der mit der Epidermis in dem ersten Alter der Pflanze und später mit einer harten Hülle (*e*) überzogen ist, welche die lange andauernden Grundflächen der Blät-

118.

118. Horizontalschnitt eines baumartigen Farnstammes (Cyathea). — *m* Mark, das die ganze Mitte einnimmt. — *zl* Holzgürtel, der aus großen Gefäßen besteht, die, wie hier, in einem unterbrochenen Kreise liegen (oder bei andern in einem stetigen Ringe). — *f* Haufen von schwarzen Parenchymfasern, welche die Einfassung eines jeden der Büschel bilden. — *v* Haufen von treppenförmigen Gefäßen in der Mitte jedes Büschels, der auf diese Weise eine verschieden gestaltete weißliche Binde vorstellt, welche die schwarze Einfassung einnimmt. — *p* Aeußerer parenchymatischer Gürtel, der unmittelbar oder mittelbar mit dem Marke in Verbindung steht. — *e* Harte, die Stelle der Rinde vertretende Hülle.

ter bilden, die in dem Verhältnisse abfallen, als der Baum in die Höhe steigt, und sie selbst aufhören, die Krone desselben zu bilden.

Die Büschel werden bei einem Horizontalschnitte sogleich an der Härte ihres Gewebes und an ihrer gewöhnlich schwarzen Farbe erkannt. Diese Farbe rührt von der des Prosenchyms her (*f*), wovon ein Gürtel in jedem Büschel den Haufen der Gefäße (*v*) einhüllt, welche alle zu denen gehören, die wir mit dem Namen der ringförmigen, der gestreiften und vorzüglich der treppenförmigen bezeichneten. Die ganzen Büschel, und demnach der Ring, der aus ihrer Annäherung oder Vereinigung entspringt, haben gewöhnlich die Gestalt einer Birne, welche, auf eine mannigfaltige Weise geraltet oder um sich selbst gekrümmt, auf diese Weise mehr oder weniger wunderliche, mehr oder weniger zierliche Umrisse zeigt. Außer diesen Elementen, den weißlichen Gefäßen, welche den Mittelpunkt der Büschel bilden, den prosenchymatischen und schwärzlichen Zellen, welche den ganzen Umfang derselben ausmachen, bemerket Schulz, in denselben, zwischen den ersten und den zweiten, Saftgefäße und verlängerte Fasern gefunden zu haben, die denen des Bastes ähnlich sind; Mohl nimmt kein Vorkommen des Bastes und der eigentlichen Gefäße in denselben an.

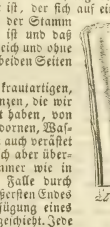
Manchmal kommen in dem Centralmarke andere kleine, rundliche Büschel vor, die aus den nämlichen Gefäßen, wie der Ring, bestehen.

Wenn man diesen nach seiner Länge und nicht mehr nach seinen horizontalen Schnitte untersucht, so sieht man, daß seine großen Gefäße keinen geradlinichten, sondern wellenförmigen Weg einschlagen, so daß sie von Weite zu Weite bei ihrer abwechselnden Vereinigung und Trennung von einander Räume lassen, die von dem Zellgewebe ausgefüllt werden, das auf diese Weise das Zellgewebe des Markes mit dem der Peripherie in Verbindung bringt. Man kann diese Einrichtung leicht sehen, wenn man das ganze Zellgewebe durch eine Einweichung zerstört, welche das aus Fasern und Gefäßen bestehende Gewebe nicht angreift. Dieses bleibt in Gestalt eines hohlen Cylinders, einer mit einer großen Menge ziemlich regelmäßiger Oeffnungen durchbohrten Röhre zurück, die man mit dem holzichten Cylinder derjenigen dikotyledonischen Stämme, bei denen die Büschel gleichfalls einen wellenförmigen Weg machen, oder noch besser mit der Röhre ihres Bastes vergleichen könnte.

§. 106. Diese Beschreibung ist hinreichend, um den Unterschied der Stämme zwischen den baumartigen Farnkräutern und denen der monokotyledonischen und dikotyledonischen Pflanzen begreiflich zu machen, nämlich: Die Vertheilung der kreisförmig geordneten und nicht unordentlich zerstreuten Büschel, wie bei den Ersteren, die nur einen einzigen Ring und nicht mehrere concentrische mit eben so vielen Rindenringen, wie bei den zweiten, bilden, und in allen Fällen die ganz verschiedene Struktur und Gestalt dieser Büschel. Man hat bei ihnen nie entrollbare Luftgefäße angetroffen, und wir haben gesehen, daß die Elemente bei denselben ganz anders als bei den kotyledonischen Pflanzen geordnet sind. Wenn der Schüler die Beschreibung von beiden richtig verfolgt hat, so wird er alle Züge der Verschiedenheit auffassen, die wir hier nur wiederholungsweise ausführlich angeben könnten.

§. 107. Der Stamm der baumartigen Farnkräuter erlangt durch die Entwicklung seiner verschiedenen Elemente einen gewissen Durchmesser, sodann hört er auf in die Dicke zu wachsen und behält beständig dieselbe, während er sich auf progressive Weise in die Höhe erhebt. Kaum über dem Boden ist er bereits so dick, als er es später ist, wenn er sich zu einem Baume von 15 Meter gebildet hat. Weil er nur durch den Gipfel wächst, so verlängern sich seine Büschel, ohne sich zu vervielfältigen; sie bleiben dieselben in jedem Alter, bei jeder Höhe.

Man stellt diesen holzichten Stamm gewöhnlich so vor, als ob er sich nie veräße; indessen ist seine Zertheilung nicht ohne Beispiele, und man kann in den Gallerien des Jardin des Plantes in Paris eine solche Zertheilung eines indischen Farnkrautes (alsophila perrotetiana), das oberhalb gabelförmig gespalten ist, erblicken. Schneidet man diese Gabel der Länge nach, nach der Achse (Fig. 119), so sieht man, daß sie nicht wie bei der Veräßung der kotyledonischen Pflanzen ein Ast ist, der sich auf einem Stamme



119.

einpflanzt, das aber der Stamm gleichsam verdoppelt ist und daß die holzichte Röhre gleich und ohne Unterbrechung in den beiden Seiten fortläuft.

Viele von den krautartigen, akotyledonischen Pflanzen, die wir weiter oben angeführt haben, von den Farnkräutern, Andornen, Wasserlinsenarten scheinen auch nur zu wachsen, ohne sich zu veräßen, kann sich aber überzeugen, daß dies immer wie in dem vorhergehenden Falle durch Verdoppelung des äußersten Endes und nicht durch Einfügung eines nebenständigen Astes geschieht. Jede von diesen Veräßungen bildet eine Gabel, und wenn man ihre Bildung verfolgt, so sieht man, daß sie von dem Dasein zweier gipfelständiger Knospen, statt einer einzigen herrührt. Sie verlängern sich sodann, bald gleichförmig, bald ungleichförmig, und verdoppeln sich ihrerseits wieder, bald alle beide, bald nur eine von beiden. Die Pflanze erscheint nach der Zahl, wie oft sich diese Zertheilung wiederholt, mehr oder weniger ästig.

§. 108. Bei den Stämmen akotyledonischer Pflanzen ist es also ein allgemeines Gesetz, daß sie nur an ihrem obern Ende und durch Verlängerung der bereits gebildeten Büschel wachsen; daß sie sich also von denen der kotyledonischen Pflanzen unterscheiden, wo sich unaufhörlich neue Büschel auf der Oberfläche der früheren bilden. Man hatte demnach für diese Stämme den Namen: durch Verlängerung der Büschel entstanden (akrogen) vorgeschlagen, um ihn den früher angenommenen Namen: mit in dem Stamme vertheilten Gefäßen (endogen) und mit concentrischen Ringen (erogen) entgegenzustellen. Wir wissen aber, daß diese letzteren Benennungen ausgemerzt werden müssen, und demnach wird es überflüssig, die erstere einzuführen. Diese Namen können indessen bisweilen auf eine nützliche Weise der Kürze wegen gebraucht werden, wenn man nur darauf achtet, die Etymologien zu vergessen und jeden nach den gegenwärtigen Begriffen der Wissenschaft zu definiren.

§. 109. Wir wollen indessen vor dem Schlusse eine Ausnahme von dem vorhergehenden Gesetze anführen: man findet sie in einer besonderen Familie akotyledonischer Pflanzen, den Kannenkräutern oder Schaftheuarten, deren Stämme nichts mit denen gemein haben, die wir so eben kennen lernten. In ihrem Mittelpunkte befindet sich eine große cylindrische Grube, die von Weite zu Weite durch Scheidewände durchschnitten ist, die eben so vielen Abgliederungen entsprechen, und sie zeigen an ihrem festen, fast ganz zelligen Theile andere weit kleinere Gruben, die in einem oder zwei Ringen liegen. Einige ringförmige Gefäße befinden sich längs diesen Gruben. Außen am Stamme, in der Höhe der Abgliederungen, laufen

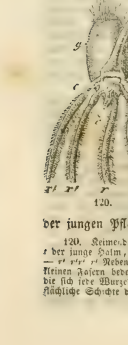
149. Senkrechter Schnitt der **Alsophila perrotetiana** in der Höhe ihrer Gabel. — *m* Mark. — *zl* Holziger Gürtel oder Röhre.

kreisförmige Zweige aus. Es ist keine Spur von Blättern vorhanden, weil man doch nicht wohl die häutigen Scheiden für solche halten kann, die sich auch an den Abgliederungen inwendig an den Zweigen finden, während diese zwischen der Scheide und dem Stamme entstehen sollten, wenn die erstere von einem Ringe verwachsener Blätter gebildet wäre; dagegen ist aber die Epidermis mit einer großen Menge von Spaltöffnungen versehen, die in regelmäßigen Linien liegen. Wir finden also in dem Bau dieser Kannenkräuter nichts, was mit allen Stämmen, von denen wir gesprochen haben, verglichen werden kann.

Wurzel.

§. 110. Die Wurzel ist derjenige Theil der Pflanze, welcher eine entgegengesetzte Richtung mit dem Stamme, d. h. gegen das Innere der Erde hin hat. Man nennt Basis ihre obere Fläche, durch welche sie mit eben diesem Stamme in dem Punkte in Verbindung steht, den wir den Hals genannt haben; Gipfel ist ihr unteres Ende. Die ausführliche Untersuchung des Stammes, in die wir uns eingelassen haben, erlaubt es uns, die der Wurzel um Vieles abzukürzen, weil es sich nur noch davon handelt, eine Vergleichung beider aufzustellen.

§. 111. Wir wollen sie, wie wir es mit dem Stamme gemacht haben, von ihrem ersten Erscheinen im Embryo an, verfolgen. Wir haben bereits angeführt, wie derjenige Theil desselben, den man das Würzelchen nennt, nicht ganz zur Wurzel gehöre, wohl aber zu dem Stamme in seinem obern Theile und sogar in den meisten Fällen fast in seiner ganzen Länge, mit Ausnahme seines unteren Endes. Also nur durch das Keimen zeigt sich das Würzelchen wirklich, und hier unterscheiden sich schon gleich zu Anfang die drei großen Pflanzenklassen. Wenn man die akotyledonischen bei Seite läßt, wo keine Verschiedenheit unter den Theilen und demnach kein Würzelchen vorkommt und wo die Wurzeln nur die röhrige Verlängerung der Zellen sind, welche den Boden berühren, so entwickeln sich die Würzelchen der dikotyledonischen und monokotyledonischen Embryone durchaus nicht auf ganz gleiche Weise. Bei den ersteren verlängert sich das Würzelchenende der Achse, bei den zweiten (Fig. 120) macht es sich eine Oeffnung, um das Würzelchen r durchzulassen, welches eine ihm anhängende oberflächliche Schichte von der Substanz des Embryo bedeckt, die alsdann gleichsam eine Scheide (c) an der Grundfläche jener ersten Wurzel bildet. Darum haben auch die dikotyledonischen Embryone bisweilen den Namen **nackwurzlige** und die monokotyledonischen den der **scheidenwurzligen** erhalten, weil die Wurzel (ριζα) sich zum Theile außen (ἔξω, außen) bei den ersten, innen (ἔνδον, inwendig) bei den zweiten befindet. Daher kommt auch noch der Name **Scheidewurzel** (κολεός, Scheide), welcher dem Würzelchen dieser letzteren gegeben wurde.



120.

§. 112. Das Würzelchen oder die untere Fortsetzung der Achse der jungen Pflanze zeigt bei ihrer weiteren Entwicklung zwei wichtige Modifikationen. Bald (Fig. 121) fährt es in seiner Verlängerung und in seinem Dickwerden fort, kann mehr oder weniger zahlreiche Verästungen bilden und endlich in Beziehung auf das ganze unterirdische System der Nebenwurzeln die Rolle spielen, welche der Stamm in Beziehung auf das ganze in der Luft befindliche System der Nebenstämme oder Aeste spielt; sie bildet alsdann das, was man den Körper der Wurzel oder ihre Pfahlwurzel nennt; dies beobachtet man sehr häufig bei den dikotyledonischen Pflanzen. Dagegen entwickeln sich ein andermal neben dieser ersten Wurzel andere fast gleiche, oder sogar beträchtlichere Wurzeln; sie entstehen ganz nahe an der Grundfläche und scheinen sogar schon ganz gebildet im Inneren vieler scheidewurzligen Embryone zu sein, weil diese unten mehrere Oeffnungen um diejenige herum haben, welche der Are entspricht, um eben so vielen Nebenwürzelchen (Fig. 120, r′ r′ r′ r′) einen Weg zu machen. Diese verschiedenen Wurzeln, welche beinahe in gleicher Höhe entstehen, gehen und entwickeln sich gemeinschaftlich und bilden einen Bündel oder einen Büschel. Obgleich sich jede weiter unten verästet, so findet man sie doch häufig unzertheilt. Viele Schriftsteller nennen diese Wurzeln **zusammengesetzt, büschelig** oder **faserig** (Fig. 122) und im Gegensatze die ersteren

121.

122.

ganz, einfach, oder wenn die Achse eine starke senkrechte Entwicklung erhalten hat, **Pfahlwurzeln** (Fig. 121).

Begreiflich können zwischen diesen zwei Modifikationen nach der Mannigfaltigkeit der relativen Verhältnisse, welche die Nebenwurzeln in Beziehung auf die achsenständige Wurzel annehmen, alle Zwischenstufen beobachtet werden. Die, welche oft allein und immer die wichtigste bei dem Keimen ist, kann ihr Uebergewicht behalten oder dasselbe verlieren, auch sogar in ihrer Entwicklung stehen bleiben und ganz verdorren, während sie in ihren Verrichtungen durch die andern ersetzt wird.

§. 113. Ueberdies ändert der Stamm unter gewissen Umständen aus seiner Oberfläche Wurzeln, die man Neben- oder Adventivwurzeln nennt. Dies bemerkt man sehr leicht an gewissen Aesten, z. B. der Weide oder der Pappel, deren unteres Ende man in Wasser oder feuchte Erde steckt, die man alsdann Steckreiser nennt. An verschiedenen Punkten der Oberfläche dieses untern Endes zeigen sich bald Fasern, die sich gradweise verlängern und ihre Richtung abwärts nehmen; dies sind eben so viele Adventiv-

120. Keime des Getreidekorn. — g die Masse des Korns. — c der junge Halm, der sich zu erheben anfängt. — r Hauptwurzel. — r′ r′ r′ r′ Nebenfädige Wurzeln, die wie die vorhergehenden mit kleinen Fasern bedeckt sind. — ccc Scheidenwurzel oder Scheide, in die sich jede Wurzel an ihrer Grundfläche hüllt, indem sie die oberflächliche Schichte des Embryo durchbricht.

121. Pfahlwurzel von einer Malvenart (**Malva rotundifolia**).
122. Zusammengesetzte Wurzel von einer Asphodillart (**Asphodelus luteus**).

wurzeln, rücksichtlich welcher der untere Theil des Astes die nämliche Rolle spielt, welche der Pfahl der ächten Wurzel in Beziehung auf ihre Verästungen gespielt haben würde. Gewisse Pflanzen haben nicht einmal nöthig, um auf diese Weise aus der Oberfläche ihres Stammes oder ihrer Aeste Wurzeln zu treiben, daß sie sich mit dem Boden oder mit dem Wasser in Berührung befinden, und man nennt Luftwurzeln diejenigen, welche so entstehen, daß sie sich von dem Punkte ihres Ursprungs nach dem Boden hinrichten und auf diesem oft sehr langen Wege in der Luft schweben.

Nicht ganz gleich entwickeln sich an allen Punkten die Adventivwurzeln, sondern vorzüglich an solchen, wo eine Anhäufung von Säften und Nahrung, und ein Bruch der Epidermis stattfindet, an den Knoten der Stämme, an zufälligen Beulen und Verwundungen, oft auch an den Lenticellen.

§. 114. Mag nun auch der Ursprung der Wurzeln sein, welcher er will, mögen sie aus der Verlängerung des Würzelchens oder seiner Verästungen entspringen, oder sich als Nebenwurzeln an dem Stamme oder an den Aesten bilden, so fangen sie fast auf die nämliche Weise an und sind fast ganz gleich organisirt. Sie erscheinen zuerst in Gestalt eines kleinen Haufens von Zellen, wovon die, welche gegen den Mittelpunkt dieser Art von Kern hinliegen, sich bald mit diesem kleinen Körper verlängern; später werden einige davon zu Gefäßen organisirt, die sich in einem mehr oder minder langen Raume mit den Gefäßen der Büschel des Stammes verschmelzen. Der bestimmte Bau dieser Wurzeln ist auch der nämliche an einer und derselben Pflanze, und diesen wollen wir ganz kurz untersuchen, indem wir zuerst die gemeinschaftlichen Züge, welche er an den allermeisten Pflanzen zeigt, und sodann die Modifikationen erörtern, welche er bei den drei großen Klassen derselben darbietet.

Die Wurzeln haben weder Blätter oder ähnliche Organe, noch Knospen, sie in einem constanten Verhältnisse mit diesen entstehen. Ihre Verästung ist also, wenn eine stattfindet, ganz von der der Stämme verschieden und andern, noch unbekannten Gesetzen unterworfen, so unregelmäßig erscheint sie. Die immer kleineren Verästungen hören endlich mit einer Art von Fäschen oder mit Wurzelfasern auf, die man auch Haarwurzeln genannt hat. Gegen das Ende der unzertheilten Wurzeln hin ist die Oberfläche oft ganz mit diesen Wurzelfasern bedeckt; bisweilen scheinen sie allein die Wurzel auszumachen; in andern Fällen hingegen zeigt diese gar keine Wurzelfasern. Das Daseyn derselben ist temporär, sie verwelken an den alten Theilen der Wurzeln und es erzeugen sich neue an den jüngern Extremitäten derselben.

§. 115. Genau an diesen Extremitäten wird eine der Hauptverrichtungen der Wurzeln, der Uebergang der Flüssigkeiten in die Pflanze, aus der sie umgebenden Erde auf das Thätigste bewerkstelligt. Man hatte geglaubt, daß er vorzüglich vermittelst zelliger Anschwellungen vor sich gehe die sich an den Spitzen der Wurzelfasern oder der letzten Wurzeln, mag auch ihre Zertheilungsart sein, welche sie will, befinden, die nach Art eines Schwammes aufschwellen, indem sie sich mit den in Beziehung zu ihnen stehenden Flüssigkeiten tränken und demnach Wurzelschwämmchen genannt werden. Die mikroskopische Untersuchung zeigt, daß man sich eine falsche Vorstellung von ihnen gemacht habe, indem man sie unter unzureichenden Vergrößerungen beobachtete, durch welche man der Wurzelspitze die Anhäufung schleimiger Flocken oder anderer kleiner fremdartiger Molekülen zuschrieb, die aber bloß an ihr hingen, daß sich wirklich gewisse Wurzeln bisweilen in eine Art von Ausbauchung oder zelliger Haube von einem lockerern Gewebe als das Uebrige, wie z. B. bei der Hydrocharis endigen, daß diese Ausbauchung dagegen in anderen Fällen von einem dichteren Gewebe, wie z. B. bei Lemna ist, daß man sehr oft gar keine Endausbauchung findet und daß die Wurzelfaserspitze mit einer epidermischen Schichte überzogen ist, welche an diesem Punkte, wie an dem ganzen übrigen Theile ihrer Oberfläche dieselbe ist.

Was die Extremität der grösern Wurzelverheilungen anbetrifft, welche nicht wie die Wurzelfasern verwelken, sondern zu wachsen fortfahren, so muß diese im Allgemeinen ein Gewebe im werdenden Zustande darstellen, weil sie der einzige Sitz der Entwicklung ist; und daraus entspringt nothwendig eine gewisse Verschiedenheit zwischen diesem Punkte und allen andern benachbarten Punkten der Grundfläche, deren Gewebe schon den ganzen Grad der Bildung erlangt hat, deren es fähig ist.

§. 116. Die Epidermis der Wurzeln (Fig. 87) unterscheidet sich durch den constanten Mangel der Spaltöffnungen von der Epidermis der Stämme. Dadurch und auch durch ihre Gestalt ist sie bei weitem nicht so deutlich, wie die des unten liegenden Zellgewebes.

Die sie bildenden Zellen verlängern sich sehr oft in bloße Haare oder in Papillen (Wärzchen). Man bemerkt sie gewöhnlich gegen die Grundfläche des Würzelchens hin, wenn dieses sich durch das Keimen zu verlängern anfängt (Fig. 120, rr'), an den letzten noch sehr jungen Verästungen, an den Wurzelfasern. Diese Verlängerungen vervielfachen die Oberfläche der Theile zu einer Zeit, wo sie wahrscheinlich, obgleich in einem geringeren Grade, mit den Extremitäten zur Einsaugung der sie umgebenden Flüssigkeiten mitwirkt. Dies sind diese epidermischen Haare, welche einige Schriftsteller Zasern oder Haarwurzeln genannt haben und es kann einige Verwirrung aus eben dieser Benennung entstehen, welche Organen gegeben wurde, wovon die einen einfach, die andern zusammengesetzt sind und sogar die ersten in ihrer Zusammensetzung zeigen.

§. 117. Die Gefäße, welche man in den Wurzeln bis ganz nahe an ihren Extremitäten antrifft, sind denen der Stämme ähnlich, mit Ausnahme der entrollbaren Luftgefäße, welche man in denselben nur ausnahmsweise und immer mit einiger Ungewißheit angezeigt hat.

Die Fasern sind in denselben auch die nämlichen. Das Zellgewebe ist in der Regel ganz strotzend von Säften und oft beweist die Gegenwart des Saßmehles, das sich in großer Menge in ihren Höhlungen befindet, daß die Wurzel mit der Junktion, die noch rohe, nährende Flüssigkeit einzusaugen und fortzuleiten, oft noch eine andere verbindet, nämlich die, zur Niederlage für die ganz ausgebildete Nahrung zu dienen. In diesem Falle erlangt dieser Theil des Gewebes oft eine große Ausdehnung; und daraus entstehen Ausbauchungen entweder an einem gewissen Theile der Wurzel oder an der ganzen Wurzel. Bald wird der Körper oder die Pfahlwurzel selbst auf diese Weise dicker und das Maximum ihrer Dicke kann sich an der Grundfläche, wie z. B. bei der Möhre, oder gegen die Mitte hin, wie bei dem Rettige, zeigen; bald schwellen in einer zusammengesetzten Wurzel alle Aeste oder bloß einige von Weite zu Weite und nach Art eines Rosenkranjes auf, wie z. B. (Fig. 123) an dem Pelargonium triste, oder bloß in einem Punkte, wie z. B. (Fig. 124) an dem rothen Steinbrech, oder in ihrer Gesammtheit, indem sie eine kugelartige, eiförmige oder länglichere Gestalt annehmen, wovon (Fig. 125) die Orchisarten die mannigfaltigen Modifikationen zeigen. Diese saßmehlhaltigen Ausbauchungen führen den Namen Knollen (Tuber) und die Wurzeln erhalten das Beiwort knollig.

Wir wollen jetzt einen Blick auf die Wurzeln in Beziehung auf die drei großen Pflanzenklassen werfen.

123. 124. 125.

§. 118. **Wurzel dikotyledonischer Pflanzen.** — In dieser Klasse, und vorzüglich unter den Bäumen, findet man die Pfahlwurzeln, und häufig stellen ihre Verästungen ihrer Zahl, ihrer Dicke und ihrer Ausdehnung nach, die Verästungen des Stammes sehr genau vor. Manchmal geht die Pfahlwurzel nicht tief und erschöpft sich in der Nähe der Grundfläche, während die Aeste sich stark zur Seite hin entwickeln, gerade so wie bei vielen Stämmen. Trotz diesen oft vorkommenden Aehnlichkeiten ist aber doch das Verhältniß der Stämme und der Wurzeln sowohl der Gestalt als dem Umfange nach bei weitem kein constantes. Es gibt sehr voluminöse Wurzeln an ziemlich kleinen Pflanzen; aber auch sehr wenig entwickelte bei großen Bäumen und diese werden natürlicher Weise leicht entwurzelt.

Vergleicht man den inneren Bau des Stammes und der Wurzel eines dikotyledonischen Baumes, so sieht man, daß sich die zweite von dem ersten durch den Mangel an Mark und Markröhre unterscheidet. Das Holz, das demnach keine Luftgefäße hat, bildet also die Achse der Wurzel. Man hat vielleicht dieses Kennzeichen dadurch übertrieben, daß man es als absolut annahm, indem man voraussetzte, daß das Mark immer vollständig bei seiner Röhre am Halse aufhöre. Dies ist wahr bei den meisten krautartigen Pflanzen, aber nicht bei allen Bäumen. Der Nußbaum und der Roßkastanienbaum z. B. setzen das sehr entwickelte Mark in eine ziemlich bedeutende Tiefe der Wurzel fort.

Die Wurzeln vergrößern sich übrigens in die Dicke, wie der Stamm, indem sie jedes Jahr einen Holz- und einen Rindengürtel bilden; ihre Vergrößerungsart in die Länge ist nicht ganz dieselbe. Bei den Stämmen und ihren Aesten wachsen die Triebe bis zu dem Augenblicke, wo sie sich zu verlängern aufhören, in ihrer ganzen Länge. Bei den Wurzeln geschieht es nur an ihren Extremitäten, wie wir vorhin angegeben haben. Diese Thatsache läßt sich leicht durch gewisse Zeichen beweisen, die man von Weite zu Weite an einem Stamm- und Wurzeltriebe macht; die Zeichen werden sich auf dem ersteren von einander entfernen; sie behalten aber die gleiche Entfernung auf dem zweiten, der über das letzte Zeichen hinaus die ganze Länge angibt, die er während des Versuches erlangt hat. Wenn wir den Mangel an Knospen als ein Kennzeichen angeben, welches auf eine deutliche Weise die Wurzeln von den Stämmen unterscheidet, so meinen wir nur die normalen Knospen, solche, welche in einer regelmäßigen und vorherbestimmten, gewöhnlich unmittelbar über den Blättern befindlichen Lage vorkommen. Wir werden aber sehen, daß sich hier und da auf dem Stamme, an Punkten, wo sich gewöhnlich keine entwickeln, und die sich in besondern, dieser Entwicklung günstigen Umständen befinden, solche erzeugt werden können. Solche Knospen, die man Adventivknospen nennt, zeigen sich nun auch bisweilen an den Wurzeln, besonders wenn sie sich in die gewöhnlichen Umstände des Stammes versetzt sehen. Die Möglichkeit einer gegenseitigen Erzeugung von Adventivknospen an den Wurzeln und von Adventivwurzeln an den Stämmen ist eine wichtige Beziehung zwischen beiden.

Zum Schlusse der Vergleichung führen wir noch an, daß Anomalien in den Stämmen ganz genau in den Wurzeln wieder vorkommen. Man kann sich davon überzeugen, wenn man nur einen Blick auf die Wurzel der Mondsamengewächse, die in den Apotheken unter dem Namen Griesswurzel (paroira brava) bekannt ist, auf die der Kletterwinde wirft, die man unter dem Namen Turbith kennt, u. s. w.

§. 119. **Wurzel der monokotyledonischen Pflanzen.** — Sie ist in den meisten Fällen zusammengesetzt (Fig. 120, 122, 125) und ihre, obgleich bisweilen zertheilte Aeste, sind auch oft unzertheilt. Alle diese besondern Wurzeln, die durch ihre Gesammtheit die zusammengesetzte Wurzel bilden, erhalten sich nicht lange, wenn der Stamm fortdauernd ist, sondern sie sterben nach der Ordnung ab, wie sie entstanden sind, so daß sie immer mehr nach außen gehende Kreise bilden, weil die vom ersten Jahre sich ganz um das Würzelchen herum gebildet hatten, das die Fortsetzung der Achse selbst war. Die Luftwurzeln, welche bei den dikotyledonischen Pflanzen äußerst selten sind, kommen hier häufig vor. Man sieht, wie sie in größerer oder geringerer Höhe von dem Stamme ausgehen; bei vielen Palmbäumen werden sie in großer Menge an der Grundfläche des Stammes erzeugt, den sie ganz überziehen und auf diese Weise dazu beitragen, ihn dicker zu machen. Der innere Bau ist ganz der der Stämme. In den dicken Wurzeln findet man mehr oder weniger zahlreiche Büschel aus Fasern und Gefäßen, die im Parenchyme zerstreut, im Mittelpunkte seltener, vervielfältiget und gedrängter aber gegen die Peripherie hin sind und eine zellichte rindenartige Hülle, welche oft eine faserige Schichte bedeckt. In den kleinen Wurzeln concentrirren sich diese Büschel oder reduziren sich oft nur auf einen einzigen, welcher die von einem Zellengürtel umgebene Achse bildet. Ein Unterschied läßt sich jedoch bei Vertheilung der Elemente dieser Büschel im Vergleiche mit denen der Stämme wahrnehmen; ihre Gefäße, welche in einfache oft auch in ein V getheilte Reihen gruppirt sind (Fig. 126) und die in Beziehung auf die Achse der Wurzel eine strahlenförmige Richtung haben, nehmen von innen nach außen zu ab und sind um so kleiner (vs), aber auch um so früher, je weiter sie in der Reihe nach außen liegen; und um so größer (vp) obschon von einer be-

126.

123. Wurzel einer Geraniumart (**Pelargonium triste**).
124. Wurzel vom rothen Steinbrech (**Spiræa filipendula**).
125. Orchiswurzel, wo nur zwei Büschel zu Knollen anschwellen, alle andere aber ihre cylindrische Gestalt behalten.

126. Büschel von dem Durchschnitte der Wurzel eines Palmbaumes (**Diplothemium maritimum**), um die relative Lage der Gefäße unter sich und mit den andern Elementen zu zeigen. — **vp** große, punktirte, im Innern liegende Gefäße. — **vs** treppenförmige, mehr nach außen liegende und um so kleinere Gefäße, je entfernter sie von dem Mittelpunkte sind. — **f** faserigte oder aus verlängerten

ziehungsweise nicht so vorangeschrittenen Ausbildung, je mehr sie nach innen liegen, was das Gegentheil von der Anordnung und der Entwicklung der Gefäße in den Büscheln der Stämme zu sein scheint.

§. 120. **Wurzel der akotyledonischen Pflanzen.** — Hier ist von keinem, durch das Keimen entwickelten Würzelchen die Rede. Wie wir schon mehrmals gesagt haben (§. 110, 111), so verrichten röhrige Zellenverlängerungen, welche nur denen der Epidermis bei den andern Wurzeln ähnlich sind, die Dienste derselben, und saugen die Nahrung für den jungen Stamm ein. Ist dieser einmal entwickelt, so treibt er Adventivwurzeln, die einzigen, die man an diesen Pflanzen bemerkt. Die erzeugen sie sich an den Knoten entweder rings herum, wenn die Achse der Pflanze sich senkrecht erhebt, oder bloß auf der Seite gegen die Erde hin, wenn eine Achse horizontal läuft. An den Stämmen der baumartigen Farnkräuter häufen sich diese Wurzeln an den untern Theile in solcher Menge an, daß sie die Dicke desselben verdoppeln, ja sogar verdreifachen (Fig. 117, ra), daher rührt die konische Gestalt, welche diese Stämme oft bis auf eine gewisse Höhe hin zeigen, wo der von dem Stamme gebildete Cylinder nackt und frei von dieser Art dichten Haares erscheint, welches unten von den Adventivwurzeln gebildet wurde: diese Wurzeln erinnern an die Organisation der Pflanze, welcher sie angehören, sie sind rein zellicht bei denen, wo es der Stamm auch ist, sie zeigen eine Verbindung der Gefäße mit den Zellen bei den akotyledonischen Pflanzen, wo wir sie gleichfalls für den Stamm angegeben haben. Sie erscheinen alsdann in Gestalt mehr oder weniger zerstreuter, einfacher oder ästiger Fäschen, bei welchen ein Faser- und Gefäßbüschel die Achse bildet, die mit einer Zellenschichte umgeben ist, welche von einer bräunlichen und schwärzlichen Hülle im Alter überzogen wird. Der Büschel nimmt oft die Gestalt einer tief gekehlten Säule mit spitzigen Winkeln an, und zeigt daher in seinem Horizontalschnitte einen kleinen, sehr regelmäßigen Stern. Seine Fasern und Gefäße sind von gleicher Natur mit denen des Stammes (§. 105). An mehreren Farnkräutern und Andornarten gehen diese Büschel, bevor sie als Adventivwurzeln aus dem Stamme kommen, in einer gewissen Länge durch das Parenchym und sogar bei gewissen veralteten Stämmen der Andorne, zwischen diesem Parenchyme und dem aus Fasern und Gefäßen bestehenden Centralbüschel hinab, die sich getrennt haben und einen leeren Raum zwischen sich lassen.

Blätter.

§. 121. Wir haben die Achse der Pflanze, 1) in ihrem aufsteigenden Theile oder Stamme; 2) in ihrem hinabsteigenden Theile oder Wurzel untersucht. Wir haben gesehen, daß diese Seitenverlängerungen treibt, daß diese Verlängerungen ein größeres oder kleineres Volumen in Beziehung auf die Achse erlangen, welche in ihrer Entwicklung mehr oder weniger schnell stehen bleiben kann. Sie kann sich sogar durchaus nicht entwickeln und alsdann bilden die Seitenerzeugnisse die Gesammtheit der Wurzeln. Es kann sich sogar alsdann ereignen, daß gar keine hinabsteigende Achse da ist, und daß alle Wurzeln aus dem unteren Theile des Stammes herauskommen. Diese stufenweise Abnahme der Wurzeln scheint mit der Pflanzenreihe im Verhältnisse zu stehen, weil wir die größte Entwicklung der Achse bei den dikotyledonischen Pflanzen gesehen haben, weil sie sich in Beziehung auf die Seitenwurzeln bei den monokotyledonischen Pflanzen kaum entwickelt, und bei den akotyledonischen gänzlich fehlt.

Zellen, welche die Gefäße begleiten, bestehendes Gewebe. — *l* Gruppe von Saftgefäßen, die nach innen weit, nach außen sehr eng sind.

§. 122. Wir wollen jetzt zu den Seitenerzeugnissen des Stammes, zu den Blättern und zu den Knospen übergehen, und zuerst die Blätter an und für sich in ihrem Baue und in ihrer Gestalt, sodann in ihren gegenseitigen Beziehungen zu dem Stamme betrachten.

Allgemeiner Bau der Blätter.

Die Blätter sind diejenigen, gewöhnlich flachen und grünen Ausdehnungen, die aus dem Umfange des Stammes hervorkommen und welche Jedermann unter dieser ganz gewöhnlichen Gestalt kennt. Ihre Grundfläche ist das in der Regel dünne auslaufende Ende, durch welches sie mit dem Stamme in Verbindung stehen; ihre Spitze oder Gipfel ist das entgegengesetzte Ende.

Die Grundfläche zieht sich häufig in eine Art von Schwanz zusammen, bei welchem die Ausdehnung in die Länge die Ausdehnung in die Breite bei weitem übertrifft und das Aussehen von einer Art eines mehr oder minder schlanken Zweiges annimmt, dies nennt man den Blattstiel (petiolus).

Sehr häufig sieht man, wie sich dieser Blattstiel selbst an seinem untern Theile, durch welchen er mit dem Stamme zusammenhängt und ihn bisweilen in einem mehr oder minder großen Theile seiner Peripherie umfaßt, erweitert. Dies nennt man die Blattscheide (vagina), oft aber scheint diese Erweiterung sich theilweise oder ganz von dem Blattstiele loszumachen und bildet alsdann gewöhnlich auf jeder Seite ein kleines Anhängsel von mannigfaltiger Gestalt, das auch oft die eines kleinen Blattes annimmt; diese Anhängsel nennt man Nebenblätter oder Afterblätter (Stipulæ).

Das vollständige Blatt besteht demnach aus drei Theilen: 1) aus dem zum Saume gehörigen Theile, nämlich demjenigen, welcher die gewöhnlich abgeplattete Enderweiterung bildet, oder den Saume (limbus); 2) aus dem Blattstieltheile; 3) aus dem Blattscheidetheile, der von der Scheide oder den Afterblättchen gebildet ist. Ein Blatt vom Knöterich (polygonum) (Fig. 127) stellt diese drei Theile ganz

127.

deutlich dar. Bei andern Pflanzen hat das Blatt nur zwei von diesen Theilen oder auch nur einen einzigen derselben. Da der Saum im Allgemeinen den ausgedehntesten, den sichtbarsten und den zuerst gebildeten Theil ausmacht, da er es ist, den man gewöhnlich unter dem Namen Blatt kennt und da in ihm die Verrichtungen vorgehen, welche dieses Grundorgan in dem Leben der Pflanze zu erfüllen berufen ist, so wird uns seine Untersuchung hauptsächlich beschäftigen. Wir werden demselben 1) an den Blättern, welche in der freien Luft, 2) an den Blättern, welche unter dem Wasser leben, untersuchen.

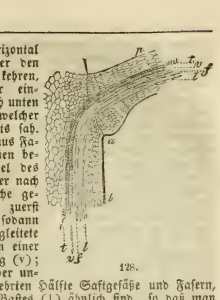
§. 123. **Blätter in der freien Luft.** —

127. Blatt von einem Knöterich (Polygonum hydropiper) mit einem Stück von dem Stamme, an dem es sitzt. — *l* Saum — *p* Blattstiel. — *g* Blattscheide oder Blattscheidentheil, der den Stamm umfaßt und sich oben in Wimpern endigt.

Ihr Bau. — Im Verlaufe des ersten Jahres, in welchem sich der Stamm oder der Ast gebildet hat, zeigen sich die Blätter und entfalten sich um ihn herum. Man sieht sie zuerst in Gestalt kleiner Massen oder Platten, die einander sehr nahe gebracht und an einander gedrückt sind. So wie sich der Stamm verlängert, entfernen sie sich von einander und werden größer, indem sie stufenweise die Gestalt und die Dimensionen annehmen, die sie bestimmter Weise behalten sollen. Wenn sie dahin gekommen sind und in ihrem Innern untersucht werden, so sieht man, daß sie, wie der Stamm, aus den nämlichen Elementen, welche sich von dem einen in die andern fortzusetzen scheinen, aus den nämlichen Gefäßen, aus den nämlichen Fasern und Parenchym bestehen. Diese Gefäße und Fasern sind in dem Stamme selbst in einen Büschel vereinigt und behalten bisweilen eine längere oder kürzere Zeit diese Anordnung bei ihrer Ablösung und Entfernung von diesem Stamme: dies ist alsdann ein Blattstiel. Dieser Büschel ist gewöhnlich nicht einfach, sondern durch das Nebeneinandersein von mehreren zusammengesetzt und wenn sich die Seitenbüschel bei dem Entstehen oder an der Grundfläche des Blattes ein wenig von den andern entfernen, so hat man eine Blattscheide oder Afterblätter. Bald nahe an dieser Grundfläche, bald mehr oder weniger entfernt, fangen diese Büschel an, sich von einander zu entfernen; dies ist der Anfang des Saums, der auf diese Weise aus ihrer Entfaltung entsteht. Die aus Fasern und Gefäßen bestehenden Büschel bilden den festesten Theil des Saums, sein Zimmerwerk oder sein Skelet; ihre Zwischenräume sind mit dem Parenchym angefüllt. Das Ganze ist von der Epidermis, einer Fortsetzung der Epidermis des Stammes, umgeben.

§. 124. Der Saum, den eine abgeplattete Ausdehnung bildet, hat nothwendig zwei Flächen (paginae) und zwei Ränder (margines), die sich bei ihrem Ausgange von der Grundfläche an seiner Spitze vereinigen. Bei der größeren Anzahl von Pflanzen fast bei allen denen, die in unseren Ländern wachsen,* steht ihre Ebene senkrecht, oder häufiger noch etwas schief in Beziehung auf den Stamm, so daß sie eine obere, oder nach oben stehende, und eine untere oder nach unten stehende Fläche darstellt, und daß ihre beiden Ränder der eine rechts, der andere links liegen.

§. 125. Obgleich der Saum abgeplattet ist, so hat er doch zwischen den zwei Epidermisflächen, die ihn bedecken, eine gewisse Dicke, die von dem aus Fasern und Gefäßen bestehenden Skelette und dem Parenchym eingenommen ist. Bemerkt man an denselben Gefäße und Zellen von verschiedener Natur, und wie sind sie in Beziehung auf einander verheilt? Wir haben gesagt, daß sich die Büschel mit denen des Stammes fortsetzen; wir wissen auf der andern Seite, daß diese, bei es nun in den monokotyledonischen oder dikotyledonischen Stämmen inwendig aus entrollbaren Luftgefäßen (Fig. 128 b); mehr nach außen aus ringförmigen, gestreiften oder punktirten Gefäßen von einer andern Ordnung (v) mit Holzfasern (i); ganz außen aus Saftgefäßen und Rindenfasern (l) bestehen. Die Verhältnisse dieser constituirenden Theile bleiben in dem Blatte (Fig. 128). Dadurch, daß der senkrechte Büschel des Stammes in dem Blatte schief oder horizontal wurde, muß er den Theil nach oben kehren, welcher vorher einwärts, und nach unten denjenigen, welcher vorher auswärts sah. Nun zeigt ein aus Fasern und Gefäßen bestehender Büschel des Blattes in seiner nach der obern Fläche gekehrten Hälfte zuerst Luftgefäße (l), sodann von Fasern begleitete Gefäße (f) von einer andern Ordnung (v); in seiner nach der untern Fläche gekehrten Hälfte Saftgefäße und Fasern, die denen des Bastes (l) ähnlich sind, so daß man bis auf einen gewissen Punkt hin die obere mit dem Holze und die untere mit der Rinde vergleichen könnte.



128.

§. 126. Auch die Epidermis zeigt im Allgemeinen auf beiden Flächen merkwürdige Verschiedenheiten. Wir haben bereits (§. 41) angegeben, daß die Spaltöffnungen weit häufiger auf der untern, als auf der obern Fläche vorkommen. Die Erstere zeigt überdies oft Haare und Schuppen, welche auf der obern fehlen oder sehr selten sind, und dadurch auch eine größere Aehnlichkeit mit dem äußeren Ansehen der Epidermis des jungen Stammes. Bei den Blättern hingegen, welche auf dem Wasser schwimmen, wie zum Beispiele bei denen der Nymphaea, hat die obere Epidermis viele Spaltöffnungen, während sich keine an der unteren finden. An allen Blättern werden die Spaltöffnungen nur an dem Theile bemerkt, welcher dem Zellgewebe entspricht, und fehlen an dem Theile, welcher den aus Fasern und Gefäßen bestehenden Büscheln entspricht.

§. 127. Was das Parenchym anbetrifft, so verdient es als Sitz der speciellen Verrichtungen des Blattes eine besondere Untersuchung.

Gewöhnlich kann man bei den Blättern, welche sehr dünn und abgeplattet sind (Fig. 129 und 130),

129.

zwei Regionen oder Schichten dieses Parenchyms, eine obere und eine untere, unterscheiden. In beiden sind die Zellen im normalen Zustande mit Körnchen angefüllt, die von dem Chlorophylle grün gefärbt sind; sie haben aber im Allgemeinen weder die nämliche Gestalt noch die nämliche Anordnung in beiden. Denn in der obern Schichte (ps) unter der Epidermis (es) findet man eine, zwei bis drei Reihen länglicher Zel-

* Der Anblick der Bäume und der Wälder in Neuholland hatte durch den sonderbaren Eindruck, den die Verbreitung der Schatten und des Lichtes auf das Auge macht, die ersten Reisenden, welche sie sahen, befremdet, und man verwunderte sich über diese ungewohnte Erscheinung lange, bevor man die Ursache derselben einsah. Als R. Brown dieses Land besuchte, konnte er sich diese wunderliche Beleuchtung leicht erklären, indem er nachwies, daß bei den meisten dieser Bäume, anstatt daß ihre Blätter eine Lage wie die andern haben, diese eine umgekehrte Richtung annehmen, so daß das Licht auf diese Weise zwischen senkrechten Flächen durchgeht, anstatt auf horizontale zu fallen. Bei einer gewissen Anzahl von Pflanzengattungen sind es wirkliche Blätter, bei andern aber bloße Blattstielhäutchen. (Man sehe §. 111.)

Weg eines aus Fasern und Gefäßen bestehenden Büschels eines Astes b in einem Blattstiel p. Man sieht, daß die in dem ersteren vertikal gerichteten Elemente eine horizontale Richtung in dem letzteren annehmen, und trotz dieser Veränderung die nämlichen Verhältnisse unter sich behalten. Man sieht auch, wie sie sich so wie das Zellgewebe modificiren, das sie bei ihrem Uebergange von einem Organe in das andere umgibt, worauf die Abgliederung « zwischen diesen beiden Organen entspringt. — *l* Luftgefäße — * Spiralgefäße von einer andern Ordnung; sie sind hier ringformig. — *f* Holzfasern. — *l* Rindenfasern oder Bast.

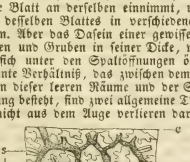
129. Dünner Vertikalschnitt eines Lilienblattes unter einer starken Vergrößerung betrachtet. — *es* Epidermis der obern Fläche. — *er* Epidermis der untern Fläche. — *ps* Parenchym der obern Schichte. — *pi* Parenchym der untern Schichte. — *m* Gänge. — *il* Gruben.

130.

len, die weit enger als die der Epidermis selber, und an ihren beiden Enden stumpf sind: sie stehen senkrecht auf der Oberfläche des Blattes und sind so an einander gedrängt, daß sie zwischen sich nur enge Gänge (m) lassen, die sich bisweilen, jedoch so von einander entfernen, daß zwischen mehreren unter ihnen eine Grube entsteht, welche in den allermeisten Fällen einer Spaltöffnung entspricht (Fig. 83 s). Die untere Schichte (pi) besteht aus unregelmäßigen Zellen, die bald ästig und unter sich bloß an den Enden ihrer Aeste vereinigt, bald einfach und an dem größten Theile ihrer Flächen verbunden sind, welche aber doch in allen diesen Fällen zahlreiche Gruben (l) zwischen sich lassen, die mit einander in Verbindung stehen und ein netzförmiges Parenchym bilden, das man schwammig nennen könnte. Von diesen Gruben liegen viele unmittelbar unter der untern Epidermis, die, wie man weiß, mit einer weit größeren Anzahl von Spaltöffnungen versehen ist, als die andern, und diesen Spaltöffnungen entsprechen ganz genau die Gruben. Das Parenchym dieser Blätter ist also im Allgemeinen gedrängter oben (ps), lockerer unten (pi), mit einer mehr oder minder großen Anzahl von Gruben versehen, die unter sich entweder unmittelbar oder durch Gänge und auswärts durch die Oeffnungen der Spaltöffnungen in Verbindung stehen.

Seine Anlage ist nicht ganz dieselbe in den dicken Blättern der Pflanzen, die man gewöhnlich mit dem Namen der Fettpflanzen bezeichnet, deren sehr große Zellen wenige Zwischenräume zwischen sich lassen und nur wenige grüne Kügelchen, vorzüglich gegen den Mittelpunkt hin, enthalten, wo ihre weißliche Anhäufung eine Art Mark bildet.

Es ist nicht nöthig, sich hier über die mannigfaltigen Modifikationen auszulassen, welche dieses Parenchym der Blätter nach der Pflanze, an welcher man dasselbe beobachtet, nach der Stelle, welche das beobachtete Blatt an derselben einnimmt, und sogar eines und desselben Blattes in verschiedenen Altern zeigen kann. Aber das Dasein einer gewissen Anzahl von Gängen und Gruben in seiner Dicke, wovon die äußersten sich unter den Spaltöffnungen öffnen und das constante Verhältniß, das zwischen dem häufigen Vorkommen dieser leeren Räume und der Stärke der Grünfärbung besteht, sind zwei allgemeine Thatsachen, die man nicht aus dem Auge verlieren darf.



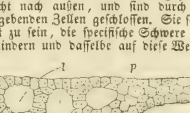
131.

130 Aehnlicher Schnitt eines Balsaminenblattes. — Die nämlichen Buchstaben haben die nämliche Bedeutung, wie in der vorhergehenden Figur. — *ss* Spaltöffnungen.

131. Stück von der untern Epidermis *e* von dem Blatte der Balsamine, auf welcher das von der untern Schichte des Parenchyms *p* gebildete Netz liegt. Die Zeichchen dieses Netzes sind eben so viele Gruben *l*, die oft Spaltöffnungen *s* entsprechen.

Man kann diese Anordnung vermittelst sehr dünner Blattschnitten, welche senkrecht auf seine Oberfläche gemacht wurden, darthun (Fig. 130); sie sind beleuchtend, besonders wenn sie einige Spaltöffnungen enthalten. Das Zusammentreffen von diesen mit den Gruben kann auch an Stücken der Epidermis (Fig. 131) studirt werden, mit welcher man eine kleine Schichte der grünen Zellen (pp) weggenommen hat, welche ihr anhängen und welche unter dem Mikroskope ein grünes Netz vorstellen, dessen Maschen farblose Feldchen umschreiben, in welchen sich gewöhnlich eine Spaltöffnung befindet.

§. 127 bis. **Untergetauchte Blätter.** — Blätter, welche unter dem Wasser leben, zeigen einen ganz verschiedenen Bau. Sie haben keine Epidermis und demnach keine Spaltöffnungen. Das aus Fasern und Gefäßen bestehende Gerippe fehlt gleichfalls, und wenn man es bisweilen äußerlich zu bemerken glaubte, so zeigt eine aufmerksame Untersuchung mit hinlänglicher Vergrößerung gestreckte Zellen, wo man zuvor nach der Analogie Gefäße finden zu müssen glaubte. Aus dem Parenchyme allein besteht also das Blatt; seine Zellen aber, die im Allgemeinen nur eine Dicke von zwei bis drei Reihen haben, wovon demnach die meisten in unmittelbarer Berührung mit der sie umgebenden Flüssigkeit stehen, sind gewöhnlich regelmäßig, innig mit einander verwachsen, ohne zu Gängen verlängerte oder in Gruben erweiterte Zwischenräume, enthalten jedoch alle in ihrer Höhlung grüne Körnchen (Fig. 132, p). Zwar findet man in denjenigen von diesen Blättern, welche dicker sind, bisweilen Gruben (Fig. 132, l); sie haben aber alsdann, da sie ihrer Gestalt und ihrer Anordnung nach sehr regelmäßig sind, keine Beziehung zu beiden und auch nicht nach außen, und sind durch ihre Wand von umgebenden Zellen geschlossen. Sie scheinen dazu bestimmt zu sein, die specifische Schwere des Blattes zu vermindern und dasselbe auf diese Weise auf dem



132.

Wasser zu halten, indem sie dadurch eine der Schwimmblase der Fische ähnliche Rolle spielen.

Man kann die Beobachtung anstellen, daß diese Blätter, wenn sie aus dem Wasser genommen werden, vertrocknen, runzlig und sehr schnell entfärbt werden, was sich durch die Abwesenheit einer Epidermis, welche die Verdunstung der in dem Parenchyme enthaltenen Flüssigkeiten aufhält, und eines festen Gerippes, wodurch jenes erhalten wird, erklären läßt.

Allgemeine Gestalt der Blätter.

§. 128. Wir haben so eben gesehen, daß die Blätter aus Parenchym und Büscheln bestehen, die entweder aus Gefäßen und Fasern, oder in Wasser- oder niederern Pflanzen aus gestreckten und schlanken Zellen gebildet sind. Diese Büschel, die man gewöhnlich äußerlich besonders an der untern Fläche des Saums wahrnimmt, wo sie oft hervorragen, haben den Namen Nerven (nervi), und ihre Anordnung den der Benervung (nervatio) erhalten. Von ihr und von der

133. Senkrechter Schnitt auf die Oberfläche eines kleinen Theiles von einem untergetauchten Blatte des Potamogeton perfoliatum. — *p* Parenchym. — *l* Gruben.

Ausdehnung, in welcher die Räume zwischen den Nerven mit dem Parenchyme ausgefüllt sind, hängt die allgemeine Gestalt des Blattes ab. Die zu Bildung der Nerven bestimmten Bündel können längere oder kürzere Zeit vereinigt bleiben und sich sodann durch eine Art von Entfaltung von einander entfernen, und wir wissen, daß sich alsdann der Unterschied zwischen Blattstiel und Saum begründet.

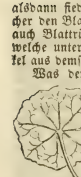
§. 129. Später werden wir uns mit dem Ersteren beschäftigen, und berühren für jetzt nur den Fall, wo der Büschel sich ohne Zertheilung entzigt, und das ganze Blatt demnach die Gestalt eines
133. Blattstieles behält. Endigt es sich in eine Spitze, so erinnert man sich an eine Nadelspitze, und daher wird es auch Nadelblatt (folium acerosum) genannt; dies sieht man an vielen immergrünen Bäumen, Fichten, Tannen u. s. w. (Fig. 133).

§. 130. Gewöhnlich trennt sich aber dieser Büschel in mehrere und diese neunnähren Büschel können sich entweder so von einander entfernen, daß sie in der nämlichen Ebene bleiben, in welchem Falle das ebene Blatt nur Dimensionen in Länge und Breite hat, oder daß sie ihre Richtung nach verschiedenen Ebenen nehmen, in welchem Falle das dicke Blatt drei Dimensionen bekommt.

§. 131. In dem ersten Falle können alle Nerven bei ihrer Absonderung eine Richtung nach einer andern Ebene, als die des Blattstiels ist, nehmen, und somit einen Winkel mit ihr bilden, oder auch, was der gewöhnlichste Fall ist, in der Ebene des Blattstiels selbst bleiben. Alsdann theilt sich der Büschel in mehrere, fast gleiche, welche bei ihrer Entfernung von einander fast wie die Finger der ausgespreizten Hand fortlaufen; daher hat man diese Benervung handförmig (palmata) genannt, und das Blatt ist alsdann handnervig; bald setzt er sich in der Richtung des Blattstiels bis gegen die Spitze des Saumes fort und treibt rechts und links Nebenbüschel, die in Beziehung auf ihn wie die Fahne einer Feder zum Kiele stehen; daher hat man diese Benervung gefiedert (pinnata) genannt, und das Blatt ist alsdann fiedernervig. Der dicke Nerve (*um*), welcher den Blattstiel fortsetzt, wird Mittelnerve oder auch Blattrippe genannt. Die Seitennerven (*os ns*), welche unter einem mehr oder minder spitzigen Winkel aus demselben hervorkommen, heißen Nebenrippen.

134.

Was den Fall anbetrifft, wo die Nebenbündel alle auf einer und derselben Ebene divergiren, indem sie die Ebene des Blattstiels an seiner Spitze verlassen, und beinahe wie die Speichen eines Rades in Beziehung auf seine Achse geordnet sind, wird die Benervung schildförmig (besser schildstielig) (peltata) und das Blatt schildnervig genannt (Fig. 135).

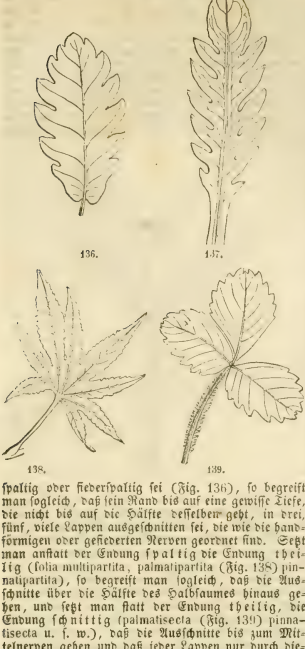

135.

Bei den fiedernervigen Blättern können die Nebennerven von dem Mittelnerven unter allen Winkeln von dem rechten bis zum spitzigsten ausgehen; sie können ganz gleich, und kurz oder lang sein; sie können auch auf verschiedene Arten ungleich sein, indem sie entweder von unten am Blatte nach oben hin abnehmen oder im Gegentheile zunehmen, oder bis zu einer gewissen Höhe hin wachsen und sodann abnehmen, und ihr Maximum in der Mitte des Blattes oder auch oberoder unterhalb derselben zeigen.

§. 132. Wenn die Nerven bei ihrer Entfernung zu Bildung des Saums ihre Richtung nach mehreren verschiedenen Ebenen nehmen, so entsteht daraus entweder eine um sich selbst gedrehte Fläche oder ein dicker und voller Körper. Zu dem ersteren Falle kann man unter andern die röhrige Gestalt, das heißt die einer cylindrischen Röhre, wie zum Beispiele in mehreren Knoblaucharten, sowie auch einige andere sonderbare und ziemlich seltene Formen, zum Beispiele einer Tute oder Kapuze, eines Schlauchs, einer Urne u. s. w., rechnen. So entsteht heißt man die Blätter bisweilen blattschlauchig. In dem zweiten Falle, welcher flattsindet, wenn das Parenchym den Zwischenraum der nach mehreren Ebenen divergirenden Nerven ausfüllt, zeigt das Blatt einen Körper, der von einer krummen oder mehreren ebenen Flächen, die bei ihrer Vereinigung Ecken oder Kanten bilden, oder durch eine Verbindung beider begränzt ist. Dieser Körper ist bisweilen so regelmäßig, daß er vermittelst der Namen, welche die Geometrie den Körpern gibt, erkannt werden kann, wie zum Beispiele Pyramide, Prisma, Cylinder, Konus; manchmal kann man wegen Mangel an Regelmäßigkeit ihnen keine strenge Benennung geben, und man bezeichnet sie daher auf eine passendere Weise mit Namen, die von allgemein bekannten Dingen entlehnt sind, wie zum Beispiele einem Schwerte, einem Säbel, einer Zunge, einem Höcker u. s. w., wovon man alsdann die Beiwörter schwertförmig, säbelförmig, zungenförmig, höckerig u. s. w. ableitet.

§. 133. Wir wollen jetzt zum abgeplatteten Saume zurückkehren und die Vertheilung des Parenchyms in Beziehung auf die Nerven untersuchen. Es kann ihre Zwischenräume vollständig so ausfüllen, daß die Linie, welche durch die Endpunkte der längsten Nerven geht und die Blatträndet bildet, stetig ist: man sagt alsdann das Blatt sei ganz (folium integrum). Oft bleibt das Parenchym vor der Endigung der Rippen stehen, alsdann ist das Blatt ausgeschnitten und sein Rand aus einer Reihe gebrochener Linien gebildet. Diese Ausschnitte haben, je nachdem das Parenchym mehr oder weniger nahe bei dem Mittelnerven anhält und der Rand auf diese Weise eine Abwechslung von mehr oder weniger tiefen aus- und einspringenden Winkeln bildet, verschiedene Namen erhalten. Sind diese Vorsprünge sehr kurz, so heißen sie Zähne und sägenartig gezähnt, in dem Falle, wo sie sehr spitzig sind (Fig. 142); Kerben heißen sie in dem Falle, wenn sie stumpf sind. Geben die Ausschnitte tiefer, in welchem Falle sie gewöhnlich breiter sind, so heißen sie Lappen. Diese Tiefe ist sehr verschieden und mit den verschiedenen Graden auch die Namen, durch welche man die Lappen unterscheidet. Wenn sie nicht bis in die Mitte des halben Saumes reichen, so heißen sie Spalten; gehen sie weiter und kommen sie den Mittelnerven sehr nahe, so sind es Theilungen, kommen sie bis auf die Nerven selbst, so heißen sie Abschnitte. Man bezeichnet natürlicher Weise die Gestalt der Blätter durch Beiwörter, die von diesen verschiedenen Benennungen abgeleitet werden. Man sagt alsdann sie seien gezahnt, sägezähnig, gekerbt, gespalten, getheilt, geschnitten (folia dentata, serrato-dentata (Fig. 138), crenata, fida (Fig. 136), partita (Fig. 138), secta (Fig. 139), nach der Tiefe, der Gestalt und der Größe der Ausschnitte. Gewöhnlich werden aber diese Wörter nicht allein angewandt; sie machen einen Theil von einem andern zusammengesetzten Worte aus und zeigen dadurch mehrere Modifikationen auf einmal an; wenn man z. B. sagt, daß ein Blatt dreispaltig, oder fünfspaltig oder vielspaltig oder hand-

133. Tannenblatt, oberhalb gesehen.
134. Blatt der Belladonna. — *p* Blattstiel. — *um* Mittelrippe. — *ns ns* Nebenrippen.
135. Blatt des Nabelkrautes (Hydrocotyle vulgaris).



136. 137.

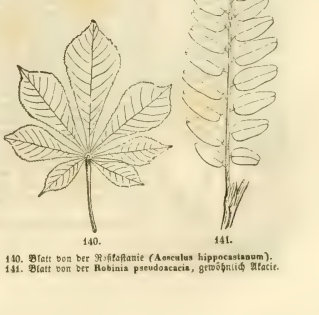
138. 139.

spaltig oder fiederspaltig sei (Fig. 136), so begreift man sogleich, daß sein Rand bis auf eine gewisse Tiefe, die nicht bis auf die Hälfte desselben geht, in drei, fünf, viele Lappen ausgeschnitten sei, die wie die handförmigen oder gefiederten Nerven geordnet sind. Setzt man anstatt der Endung spaltig die Endung theilig (folia multipartita, palmatipartita (Fig. 138) pinnatipartita), so begreift man sogleich, daß die Ausschnitte über die Hälfte des Halbraumes hinaus gehen, und setzt man statt der Endung theilig, die Endung schnittig (palmatisecta (Fig. 139) pinnatisecta u. s. w.), daß die Ausschnitte bis zum Mittelnerven gehen und daß jeder Lappen nur durch diesen mit den benachbarten Lappen jedoch immer mit der Modifikation, welche der Anfang des Wortes angibt, zusammenhängt.

§. 134. Bei allen Blättern, von denen wir bisher gesprochen haben, sucht immer das zwischen den Nebennerven liegende Parenchym, bei seiner Entfernung von dem Mittelnerven oder der Achse des Blattes, zu verschwinden, so daß das von dem Saume gebildete und gegen den Rand hin unterbrochene Blatt weiter nach innen ein stetiges Ganzes ausmacht. Doch gibt es einen letzten Grad von Ausschnitt, wo diese Stetigkeit nur noch vermittelst des Mittelnerven stattfindet; indessen hängt jeder Abschnitt noch an diesem Nerven in einer ziemlich großen Ausdehnung und zeigt oft an seiner Grundfläche sein Maximum an Breite.

Es kann aber noch eine andere Anordnung stattfinden, daß er nämlich an dem Mittelnerven nur durch den Nebenbüschel hängt, der sich von jenem losmacht, um diesen zu bilden und daß die Entfaltung dieses Büschels und die Dazwischenkunft des Parenchyms nur in einer gewissen Entfernung von dem Nerven stattfinden. In diesem Falle verhält sich alsdann der Nebenbüschel in Beziehung auf den Mittelnerven, wie sich der Blattstiel in Beziehung auf den Ast verhält, aus dem er entspringt. Dieser Nerve steht dann ganz wie ein Ast aus und die Abschnitte wie eben so viele kleine, von einander unabhängige Blätter. Man sieht aber doch noch, daß es einziges Blatt ist, weil alle jene Abschnitte, aus denen dasselbe besteht, immer in der nämlichen Ebene liegen, und weil es bei seinem Losmachen vom Stamme aus einem einzigen Stücke besteht. Das Blatt heißt alsdann zusammengesetzt, sein Mittelnerve Spindel oder gemeinschaftlicher Blattstiel; seine Abschnitte werden Theilblätter genannt, und wann der Mittelbündel eines jeden von ihnen einige Zeitlang an der Grundfläche unzertheilt bleibt, so heißt dieser Theil Blattstielchen. Der Name zusammengesetzt ist dem des einfachen Blattes entgegengesetzt, unter welchem man dasjenige versteht, von dem wir vorher gesprochen haben und dessen Theile alle ununterbrochen oder stetig sind.

Wenn man das Entstehen des zusammengesetzten Blattes kennt, so weiß man auch gleich anfangs, daß es Modifikationen zeigen könne, die denjenigen ganz ähnlich sind, welche wir bei dem einfachen Blatte angegeben haben und welche von seiner handförmigen oder gefiederten Benervung abhängen. Diesen Theilblätterchen gibt man nun diese Beiwörter; so sind zum Beispiele die des Roßkastanienbaumes (Fig. 140) handförmig, die von unserer Akacie (Fig. 141) gefiedert. Wenn man dem Blatte den Namen gefiedert (pinatum) allein gibt, so bezeichnet man diese letztere Gestalt damit. Bei den zusammengesetzten Wörtern, durch welche man die verschiedenen Modifikationen dieser Blätter anzeigt, wendet man die Endung blättrig (eigentlich theilblättrig) an, man sagt ein zweiblättriges, dreiblättriges, vielblättriges Blatt (Fig. 141), nach der Zahl der Theilblätter, welche die Theile desselben ausmachen. Oft entstehen sie paarweise, je eines auf jeder Seite des Blattes (Fig. 148) und dies nennt man Fiederpaar oder Blättchenpaar (jugum), woraus man die Beiwörter zweipaarig, dreipaarig, vielpaarig nach der Zahl der Paare abgeleitet hat. Man sagt, das Blatt sei abgebrochen gefiedert (abruple pinnatum) oder ungleichpaarig gefie-



140. 141.

136. Eichenblatt.
137. Baldrianblatt (Valeriana dioica).
138. Ricinusblatt (Ricinus communis).
139. Blatt von der gemeinen Erdbeerstaude.

140. Blatt von der Roßkastanie (Aesculus hippocastanum).
141. Blatt von der Robinia pseudoacacia, gewöhnlich Akacie.

derz (impari-pinnatum), je nachdem es bloß aus einem oder mehreren Nebenpaaren (Fig. 146) besteht oder (Fig. 141) das Ende des Mittelnerven oder der Spindel in ein einziges Theilblättchen ausläuft, das man das Endblättchen nennt.

§. 135. Wir haben bisher nur von dem Mittelnerven und den Nebennerven gesprochen. Bei einer gewissen Anzahl von Pflanzen geht auch die Theilung nicht weiter; bei einer noch größeren Anzahl aber theilen sich die Nebennerven wieder und man bekommt auf diese Weise eine Reihe von immer kleineren, von immer zahlreicheren Unterabtheilungen. Was wir also in Beziehung auf die Nebennerven gesagt haben, kann in Beziehung auf die Nerven vom 1ten, 4ten, 5ten Range u. s. w. gesagt werden, und jeder kann in Beziehung auf den, woraus er entsteht, die Rolle spielen, welche wir die Nebennerven in Beziehung auf den Mittelnerven spielen sehen. Bei den einfachen Blättern können also die Lappen ihrerseits selbst ganz oder auf verschiedene Weise zertheilt sein und diese Zertheilungen selbst können wieder in Unterabtheilungen zerfallen. Um dies zu bezeichnen, bedient man sich der nämlichen Beiwörter und setzt ihnen die Sylben doppelt oder dreifach vor, welche die Zahl angeben, wie viele Unterabtheilungen ein solches Blatt habe. So ist zum Beispiele ein zweigesägtes

142.

143.

Blatt ein sägegezahntes Blatt, dessen Zähne selbst von ähnlichen Zähnen begrenzt sind (Fig. 142), ein doppelt-fiederspaltiges Blatt, ein solches, dessen Lappen selbst in kleinere Lappen oder Läppchen immer nach der gefiederten Anordnung der Nerven ausgeschnitten sind (Fig. 143). Ueber eine gedoppelte Eintheilung hinaus, werden die Theile gewöhnlich zu klein, als daß man sich die Mühe nimmt, das regelmäßige System derselben zu untersuchen, und man verschmilzt unter den Namen gelappt oder gezackt (Fig. 144) alle Blätter mit sehr zahlreichen und auf eine unbestimmte Weise zertheilten Lappen.

144.

Bei den zusammengesetzten Blättern können die Theilblätter selbst wieder gezahnt oder gelappt sein. Wenn sie sich aber zertheilen, so geschieht es auf die nämliche Weise, wie sie es zum ersten Male gethan haben, indem sich jedes selbst in Theilblätter (fol. decompositum, doppelt zusammengesetzt) zertheilt, bei welchen dann eine weitere Zertheilung stattfinden kann (fol. supra-decompositum, mehrfach oder vielfach zusammengesetzt). Man sagt alsdann, das Blatt sei zweifach (Fig. 145 l), dreifach gefiedert oder handförmig (fol. bi-tri-pinnatum, bi-tri-palmatum). Die secundären oder tertiären Nerven sind selbst eben so viele Spindeln oder einzelne Blattstiele geworden.

145.

§. 136. Wir wollen uns nicht länger bei der Gestalt der Blätter aufhalten, deren Verschiedenheit so groß ist. Die Erklärung der vorzüglichsten Ausdrücke, deren sich die Botanik bedient, um alle diese bekannten Modifikationen zu bezeichnen, die wir hier nicht angeben konnten und welche überdies nicht bloß auf die Blätter, sondern auf jedes zusammengesetzte Pflanzenorgan von einer bestimmten Form angewandt werden, wird den Gegenstand eines besondern Kapitels ausmachen. Ihre Kenntniß ist zum Verstehen der Bücher, deren Zweck es ist, die verschiedenen Pflanzenarten zu beschreiben und zu unterscheiden, unentbehrlich, aber ganz überflüssig, wenn man die Pflanze im Allgemeinen studirt. Es genügt uns, deutlich zu machen, wie die Vertheilung dieser constituirenden Theile des Blattes, der Nerven, welche das Skelett desselben sind, des Parenchyms, welches der weiche und wesentliche Theil desselben ist, dieses mannigfaltige Aussehen bedingt, wie es im Grunde keine andere Verschiedenheiten als in dem Grade der Entwicklung rücksichtlich der einen in Beziehung auf die andern gebe, und wie das zusammengesetzteste Blatt keine größere Anzahl von Theilen, sondern bloß den nämlichen mehrmals wiederholten Theil in sich enthalte.

§. 137. **Blattstiel.** — Wir haben bereits die gewöhnlichste Form des Blattstieles angegeben, welche aus der Vereinigung der aus Fasern und Gefäßen bestehenden Bündel entspringt, die bei ihrem Ablösen von dem Stamme zu Bildung der Seitenausdehnung des Blattes mehr oder minder lang in einen Büschel

142. Ulmenblatt (Ulmus effusa).
143. Mohnblatt (Papaver argemone).
144. Theil von dem Blatte des Laserpitium hirsutum.

145. Blatt von der Acacia heterophylla. — p Blattstielblatt, oder erweiterter Blattstiel, der oft allein das Blatt bildet; — l gefiederter Theil, der aus doppelt-gefiederten Theilblättern besteht und der bei einer großen Anzahl von Theilblättern ganz fehlt.

vereinigt bleiben und auf diese Weise eine Art von kleinen Zweig bilden, der zwischen diesem Stamme und dem Saume liegt. Diesen Bündel begleitet das Parenchym, dessen größerer Theil eine Hülle für ihn bildet, die selbst wieder mit der Epidermis, welche hier keine Spaltöffnungen hat, überzogen ist, eben so wie dies der Fall auf der Oberfläche der Nerven, der Fortsetzung des Blattes ist (§. 126).

§. 138. Wir haben anderswo (§. 12) gesagt, daß die Gefäße bei dem Entstehen eines Organs, das sich aus einem andern unter einem Winkel heraus bildet, wodurch ihre ursprüngliche Richtung verändert wird, einige Veränderungen in der Gestalt ihrer Elemente, der Zellen oder Fasern zeigen, die sich verkürzen und deren Endpunkte sich in weniger breiten Flächen vereinigen. Aus dieser nicht so innigen Vereinigung geht das Streben hervor, sich leichter zu trennen, ein Streben, zu welchem auch das Parenchym beiträgt, dessen Zellen an den nämlichen Stellen ähnliche Modifikationen zeigen. Auch geschieht es häufig, daß zu einer gewissen Zeit der Entwicklung das Aneinanderhängen dieser Theile so schwach sein kann, daß sie sich endlich entweder von selbst, oder bei der geringsten Kraftanwendung von einander ablösen. Dies nennt man eine **Abgliederung** und man beobachtet dies oft an dem Punkte, wo sich zwei zusammengesetzte Organe neben einander legen, an den Knoten des Stammes, an dem Ursprunge der Zweige, an dem Entstehungsorte der Blätter.

Die Blätter sind also auf dem Stamme durch Gliederung verbunden und dies geschieht gewöhnlich, wenn die Fläche, durch welche sie sich mit demselben fortsetzen, eine geringere Breite hat. Sie sondern sich alsdann von demselben früher oder später ab, wenn sie die Verrichtungen, zu welchen sie in dem Pflanzenleben bestimmt sind, erfüllt haben und zu verwelken anfangen. Diese Epoche ist nach den Pflanzen verschieden; bei einer großen Anzahl tritt sie im Verlaufe des Jahres ein, in welchem sie entstanden sind, bei andern ist sie noch mehr verschieden. Wenn sie aber nicht durch Gliederung verbunden sind, so bleiben sie mit der Pflanze vereint, obschon absterbend oder abgestorben. So sehen wir, wie im Winter die Eichen mit ihren verdorrten Blättern ganz bedeckt bleiben, während die Blätter des Nußbaums, der Roßkastanie im Verlaufe des Herbstes abgefallen sind.

Unter den einfachen Blättern findet man überhaupt die, welche bleiben, während die zusammengesetzten Blätter in den meisten Fällen durch Gliederung verbunden sind, und bei diesen letztern ist es nicht blos der Blattstiel an dem Stamme, sondern die Theilblätter sind es auch auf den besondern Blattstielen, und diese lösen sich ab, indem sie die Gliederung aufheben. Durch dieses Kennzeichen erklären auch viele Schriftsteller die zusammengesetzten Blätter, und betrachten diejenigen nicht als solche, welche in Einem fort bleiben, obgleich sie in ihrer Jugend ganz das Aussehen der Zusammensetzung an sich trugen.

§. 139. Wenn ein Blattstiel nach seinem Falle seine Gliederung aufgibt, so bemerkt man oft an dem Stamme, an dem Punkte, aus welchem er entstand, eine Anschwellung, welche früher einen Theil von demselben auszumachen schien und ihm zur Basis diente. Man nannte **Blattwulst** (pulvinus) diesen kleinen Nebenauswuchs am Stamme, dessen auswendige und nach oben gekehrte Fläche, die sich auch vorher mit einer ähnlichen Fläche des Blattstiels fortsetzte, die Narbe ist, welche aus ihrer Trennung entsteht (Fig. 162, 153, c). Man sieht gewöhnlich auf dieser Fläche mitten in dem Parenchym mehrere Punkte, welche die Büschel anzeigen, die zur Bildung des Blattstieles beitragen. Sie sind in den verschiedenen Arten von Pflanzen auf verschiedene Weise gruppirt, und aus dieser Gruppirung, so wie aus der gewöhnlichen Gestalt der Narbe und des Blattwulstes kann man taugliche Merkmale ableiten, um die Bäume in dem Zustande ihrer Nachtheit, in welche sie der Verlust ihres Laubes im Winter versetzt, zu erkennen.

§. 140. Der Blattstiel ist gewöhnlich kürzer als der Saum, bisweilen gleicht er ihm in der Länge, bisweilen übertrifft er ihn sogar. Eben so verschieden ist er auch in der Dicke; ist diese in Beziehung auf die Dimensionen des Saumes und demnach auf dessen Gewicht sehr bedeutend, so trägt er ihn, ohne sich zu biegen, besonders wenn er kurz ist, wie man dies schon nach den Gesetzen der Mechanik beweisen kann. Ist er schlank, oder lang, oder hat er ein weiches Gewebe, in welchem das Parenchym in Beziehung auf die Fasern oder die Gefäße vorherrscht, so neigt er sich oder krümmt sich bogenförmig von dem Gewichte des Saumes niedergezogen, der sich an dem Ende dieses biegsamen Hebels befindet.

Der Blattstiel ist oft cylindrisch; gewöhnlicher noch nach der ganzen Länge seiner innern Fläche hin abgerundet, auf der obern hingegen abgeplattet oder noch gewöhnlicher dachrinnenförmig ausgehöhlt. Bisweilen ist er auch in seiner ganzen Länge abgeplattet und liegt in der nämlichen Horizontalebene wie der Saum. In einigen seltenern Fällen plattet er sich an seinem Ende in umgekehrter Richtung ab und zeigt auf diese Weise eine vertikale Fläche, welche dem Winde Blößen gibt; daher rühre in den Blättern der Pappeln die fast beständige Beweglichkeit, woher sie den Namen Zitterpappeln erhalten haben.

§. 141. **Blattstielblatt.** — Wir haben bis jetzt angenommen, daß die in dem Blattstiele vereinigten Büschel bis zum Saume parallel mit einander fortlaufen, und dies ist auch wirklich der gewöhnliche Fall. Er ist jedoch nicht constant, und bisweilen laufen die Büschel schon in dem Blattstiele auseinander. Würde dieses Divergiren fortfahren, so wäre es der Anfang des Saums; etwas weiter oben aber laufen sie aufs Neue zusammen und vereinigen sich ganz wie an ihrem Ursprunge, bevor sie in den wahren Saum eintreten und sich in demselben entfalten. Auf diesem Wege hören sie auf, parallel zu bleiben, bleiben aber in der nämlichen Ebene und verästen sich nicht. Aus dieser Anordnung geht hervor, daß der so verbreitete Blattstiel das Aussehen eines Saumes gewinnt (Fig. 145. p), was man gewöhnlich für das Blatt selbst hält und darum hat man ihm alsdann den besondern Namen **Blattstielblatt** gegeben.

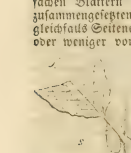
Das Blattstielblatt unterscheidet sich von dem Saume dadurch, daß es anstatt gefiederter Nebennerven, die aus einem Mittelnerven hervorkommen, der sich stufenweise verliert, je mehr sie sich von demselben losmachen, von einer gewissen Anzahl von Längennerven durchzogen ist, die auf seiner ganzen Oberfläche vertheilt, und von der Grundfläche bis zum Gipfel fast einander gleich sind. Es unterscheidet sich auch noch dadurch, daß es gewöhnlich auf dem Stamme in umgekehrter Richtung mit den eigentlichen Blättern steht, das heißt, daß seine Ebene beinahe vertikal ist, anstatt horizontal zu sein.

§. 142. **Scheide. — Nebenblätter.** — Der Blattstiel, haben wir (§. 122) gesagt, erweitert sich bisweilen an seiner Grundfläche, und umfaßt so den ganzen Stamm oder einen Theil desselben, und setzt sich mit demselben fort. Dies nennt man seinen **Scheidentheil** oder **Blattscheide**. Alsdann haben sich die für sie bestimmten Büschel, anstatt sich zu concentriren, und in einen einzigen Büschel vereinigt, in den Blattstiel überzugehen, von dem Umfange des Stammes besonders losgemacht, und bilden mit dem Parenchyme, das sie vereinigt, eine cylindrische Oberfläche oder, anstatt eines kleinen,

146

vollen Cylinders, einen hohlen Cylindertheil. Bisweilen laufen nach und nach die anfangs entfernten Büschel weiter oben zusammen, und die Scheide verengt sich stufenweise in einen Blattstiel: es ist eine Art von Blattstielblatt, das unmittelbar auf dem Stamme seinen Anfang nimmt; ein andermal (Fig. 145) bleiben die Seitenbüschel nach einem mehr oder minder kurzen Wege stehen, oder verlängern sich auf einer andern Ebene, als die des Blattstiels ist, und alsdann hat man den ganz deutlichen Unterschied zwischen Blattstiel und Scheide. Oft verbindet endlich das Parenchym diese Seitenbüschel nicht mit denen in der Mitte, die sich in dem Blattstiele forlsehen, und dies ist der wahrscheinliche Ursprung von vielen Nebenblättern.

§. 143. Im Allgemeinen erklärt man sie als kleine blattartige Organe, die auf beiden Seiten der Grundfläche der Blätter liegen, und es ist bei dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft schwer, eine strengere Erklärung von denselben zu geben. Wahrscheinlich gleicht ihre Erzeugung, welche durch die Pflanzenanatomie noch nicht hinlänglich aufgehellt worden ist, der Erzeugung der Nebenlappen an den einfachen Blättern oder der der Theilblätter an den zusammengesetzten Blättern; wahrscheinlich sind es gleichfalls Seitenentfaltungen von Büscheln, die, mehr oder weniger von der Grundfläche des Blattes entfernt, mehr oder weniger durch dazwischenliegendes Parenchym mit demselben verbunden, mehr oder weniger abgebrochen ausgebend sind, ob sie gleich von dem Stamme zu gleicher Zeit mit den eigentlichen Büscheln des Blattes ausgehen, so können sie doch von denselben unabhängig bleiben, und da sie alsdann nur zu diesem Stamme zu gehören scheinen, so nennt man sie strengesthänige Nebenblätter. Sie können sich (Fig. 146) in einer größeren oder kleineren Anzahl mit dem Blattstiele vereinigen, und da sie alsdann von demselben abzuhängen scheinen, so nennt man sie blattstielständige Nebenblätter.

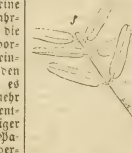


147

Die Nebenblätter fehlen in äußerst vielen Fällen gänzlich, doch nicht so oft, als man glaubt, denn sie entgehen sich oft entweder wegen ihrer außerordentlichen Kleinheit oder wegen ihrer kurzen Dauer, dem Auge des Beobachters. Wenn man sie sehr sorgfältig mit dem Vergrößerungsglase und an den jungen Blättern untersucht, so findet man sie an einer Menge von Pflanzen, von welchen man glaubte, daß sie keine hätten.

§. 144. Sie haben ein ganz verschiedenes Aussehen. Sie erscheinen oft als ein kleiner Punkt, als eine kleine Faser, als eine kleine Schuppe. Ein andermal entwickeln sie sich stärker, und alsdann haben sie oft eine blattartige Consistenz, ein Aussehen von Lappen, von Theilblättern, welche selbst wieder Nerven, Zähne, Läppchen haben können, sogar eine untere Verengung in Form eines Blattstiels. Es ist ebenfalls nicht selten, daß ihr Gewebe, anstatt sich zu verdicken, oder grün zu werden, in dem Zustande einer dünnen, farblosen oder durchsichtigen Haut bleibt. Wenn auch ihr Aussehen von einer Pflanze zur andern so sehr verschieden ist, so verhält es sich doch nicht so an einer und derselben Pflanze, und oft sogar an mehreren unter sich verwandten Pflanzen, wie zum Beispiele an solchen, die sich in einer großen Anzahl von Merkmalen gleichen, und, wie man sich in der Naturgeschichte ausdrückt, Gattungen, Familien bilden. Ganze Familien werden durch die Abwesenheit oder das Vorkommen der Nebenblätter charakterisirt, und alsdann noch durch irgend einen besonderen Umstand in der Art und Weise ihres Daseins.

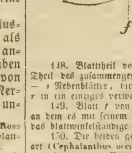
§. 145. Wir haben sie entweder ganz frei oder mit dem Blattstiele verwachsen angetroffen. Haben sie eine sehr große Breite, und umfassen sie also die Hälfte des Stammes, so kann ein Nebenblatt das andere auf der Seite antreffen, welche derjenigen, wo das Blatt entsteht, entgegengesetzt ist, und ihre äußeren Ränder können sich beim Zusammentreffen entweder oben oder in ihrer ganzen Länge sogar vereinigen. Man hat alsdann eine gespaltene (Fig. 148)



148.

149.

oder eine ganze Scheide (Fig. 127), ein scheidenartiges Nebenblatt. Treffen hingegen die Nebenblätter bei ihrer Verbreiterung zusammen, und vereinigen sie sich an ihren inneren Rändern, so bilden sie ein einziges Blättchen, dessen Mitte zwischen dem Stamme und der Entstehung des Blattes in jenem Winkel liegt, den man die Achsel von diesem Blatte nennt: dies ist alsdann ein winkelständiges Nebenblatt (Fig. 149). Wenn zwei Blätter in gleicher Höhe einander gegenüber entstehen, wovon jedes mit seinen zwei Nebenblättern versehen ist, und wenn auf jeder Seite das Nebenblatt von dem Blatte zur Rechten das Nebenblatt von dem Blatte zur Linken antrifft und sich mit demselben verbindet, so scheinen die beiden ein einzi-



150.

146. Stück von einem Zweige r des gemeinen Rosenstocks (Rosa canina); er trägt ein Blatt f mit seinem Blattstiele p, seine blattstielständigen Nebenblätter s und seine Knospe b. — a ein Dorn.

147. Stück von einem Zweige r einer Bindeweide (Salix aquatica), er trägt ein Blatt f mit seinem Blattstiele, seinen fransenförmigen Nebenblättern ss und seiner Knospe b. Der obere Theil des Saums ist abgeschnitten.

148. Blattstiel von dem Astragalus onobrychis. — f unterer Theil des zusammengesetzten Blattes mit drei Paaren Theilblättern. — s Nebenblätter, die auf der entgegengesetzten Seite des Zweiges r in ein einziges verwachsen sind.

149. Blatt f von der Houttuynia cordata an einem Zweige r, an dem es mit seinem Blattstiele befestigt ist, an dessen Basis man das blattwinkelständige Nebenblatt s sieht.

150. Die beiden gegenüberstehenden Blätter ff einer Rubiacearenart (Cephalanthus occidentalis), jedes hat an seinem Ursprunge das von seinen zwei Nebenblättern, das dem Beobachter zugekehrt ist. Diese beiden Nebenblätter sind auf der Mittelrinie in ein einziges zwischen den Blattstielen stehendes verwachsen. Ein ähnliches ist auf der entgegengesetzten Seite. — r Zweig.

ges Mittelblatt zwischen den zwei Blattstielen zu bilden, das man zwischen den Blattstielen stehend (Fig. 150) nennt. In allen diesen verschiedenen Fällen wird man auf den Ursprung der beiden verschmolzenen Nebenblätter aufmerksam gemacht, weil sie es entweder nur theilweise sind, oder weil in den verwandten Pflanzen diese Verschmelzung nicht stattfindet und man Uebergänge von einem Zustande in den andern antrifft.

Zu all den vorhergehenden Erklärungen, wo wir sagten, daß die Nebenblätter sich erweitern, sich begegnen, verwachsen, bedienten wir uns einer bildlichen Sprache, da ihre Verbreiterung und ihre Vereinigung gleich von Anfang an stattfinden kann und aus dem Stande der Büschel in dem Stamme und an den Punkten, wo sie aus demselben zu Bildung dieser neuen Organe hervorkommen, herrühren.

§. 146. Die drei Theile des Blattes sind nicht immer beisammen, und es kann nur zwei oder sogar auch nur einen davon besitzen. Man nennt sitzend, oder ungestielt, oder stiellos das Blatt, das keinen Blattstiel hat, und nebenblattlos dasjenige, dem die Nebenblätter fehlen. Die Blattstiel- und Blattscheidentheile sind auch wirklich diejenigen, welche am gewöhnlichsten fehlen. Manchmal fehlt jedoch auch der Saum, und alsdann hat das Blatt kein gewöhnliches Aussehen verloren, und erhält in einigen Fällen andere Namen.

§. 147. Welche Verschiedenheiten bemerkt man an einem Blatte zu den verschiedenen Zeiten seiner Entwicklung? Es zeigt sich zuerst in der Gestalt eines kleinen Höckerchens oder eines kleinen Bläschens ohne irgend eine Unterscheidung von Theilen, weder im Innern, wo es rein zellicht ist, noch im Aeußern. Später strecken sich die Zellen, die auf der Mittellinie liegen, und machen auf diese Weise den ersten Entwurf des Nerven, der sich nachher durch ihre Organisirung zu Gefäßen von verschiedenem Range, unter welchen sich die Luftgefäße zuerst zeigen, vervollkommnet. Es ist dies also, wie man es zu erwarten hatte, ein ganz analoger Gang mit dem, wie wir ihn in dem Stamme verfolgt haben.

Was die Entwicklung der verschiedenen Theile eines vollständigen Blattes in Beziehung auf einander betrifft, so kann man sich an einer Pflanze, wo die Unterscheidung dieser Theile ganz deutlich ist, beobachten: an einem Polygonum zum Beispiele, wo der scheidenförmige Theil eine vollständige Scheide bildet; an dem Melianthus major und minor, wo sie sich in ein großes blattwinkelständiges Nebenblatt verlängert, das einfach in dem einen, gedoppelt in dem andern ist. Diese Vergleichung des Blattes in den verschiedenen Phasen seines Wachsthums läßt sich leicht an einem Zweige bewerkstelligen, dessen Entwicklung noch nicht beendigt ist, so daß er unten Blätter, die ihre größten Dimensionen erreicht haben, oben Blätter, die im Werden begriffen sind, und dazwischen die ganze Reihe der Mittelzustände darstellt. Man sieht auf diese Weise, daß der Saumtheil zuerst erscheint, daß der Blattscheidentheil sich bald zeigt, daß die Entwicklung beinahe gemeinschaftlich für die beiden vor sich geht und bereits einen gewissen Grad erreicht hat, bevor man den Blattstieltheil wahrzunehmen beginnt. Die Scheide erreicht am frühesten ihre bestimmten Dimensionen, die fast immer bei weitem nicht so groß als die des Saumes sind, und ihr Wachsthum ist schon seit einiger Zeit beendigt, während das des Saums und des Blattstiels fortdauert. Um diese Verhältnisse durch Zahlen zu erläutern, wollen wir einen Zweig der Houttuynia cordata nehmen und sechs Blätter messen, die von einem oberen jüngeren Blatte, das nur 3 Millimeter hat, bis zu einem unteren, das beinahe 9 Centimeter hat, auf einander folgen. Wir geben hier die relative Länge der drei Theile an diesen sechs Blättern:

	Saum.	Blattstiel.	Blattwinkelständiges Nebenblatt.
1.	0,2	0,	0,1.
2.	0,6	0,08	0,25.
3.	3,0	0,5	1,0.
4.	4,0	1,5	1,0.
5.	5,0	2,0	1,4.
6.	6,0	2,3	1,5.

Der Saum ist wirklich dreimal länger, als der Blattstiel, und viermal länger, als das Nebenblatt. Es war zuerst in dem Blatte 1 nur das Doppelte von diesem, etwas mehr in dem Blatte 3, das Dreifache in dem Blatte 4, das Vierfache in allen Nachfolgenden. Der Blattstiel, welcher in dem Blatte 1 Null war, fing an, in dem Blatte 2 zu erscheinen; er war die Hälfte von dem Nebenblatte in dem Blatte 3, übertraf sie schon im Blatte 4, und um das Doppelte in den zwei letztern. Wenn man verschiedene Beispiele wählt, wie zum Beispiele das von dem weiter oben angegebenen Polygonum und Melianthus, so findet man etwas verschiedene, aber analoge Verhältnisse.

Man könnte daraus schließen, daß das Blatt an dem Theile seiner Grundfläche, welcher über der Scheide liegt, sich zu verlängern fortfahre und nicht wie die Bürzeln an seinem freien Ende. Verlängert es sich aber, wie die Stämme zu gleicher Zeit in seiner ganzen Ausdehnung? Man kann sich leicht vom Gegentheile überzeugen, wenn man die Entfernungen zwischen zwei von der Natur oder willkürlich bezeichneten Punkte auf dem Saume eines sich entwickelnden Blattes mißt; auf diese Art weist man nach, daß sich die obern Punkte nicht von einander entfernen, während sich der untere immer mehr von der Grundfläche entfernt, und man schließt daraus nothwendig, daß das Blatt an dieser untern Fläche und an dem Blattstiele, welcher eine Fortsetzung desselben ist, beständig fortwachse, nachdem es in seinem ganzen oberen Theile zu wachsen aufgehört hat. Eine Beobachtung ähnlicher Art, welche nicht mehr nach der Richtung in die Länge, sondern in die Quere angestellt wird, würde zeigen, daß das Blatt bisweilen in die Breite längere Zeit in seiner Mitte, als an seinem Umfange zu wachsen fortfährt, daß die Verlängerung der Nebennerven in Beziehung auf den Mittelnerven, sowie die dieses Mittelnervens in Beziehung auf den Zweig stattfindet, welcher das Blatt trägt.

Was wir so eben von dem Wachsthume in die Länge gesagt haben, findet seine Anwendung auf die einfachen Blätter. Die zusammengesetzten können in dieser Beziehung aber mit einem Zweige verglichen werden, weil die Entwicklung von unten nach oben vor sich zu gehen scheint, weil die Theilblätter um so später erscheinen und sich entwickeln, je weiter sie sich nach oben hin befinden. Wir wollen besonders eine Mellaceengattung (Guarea) anführen, wo der ganze obere Theil des Blattes sich noch gleichsam in dem Zustande einer Knospe befindet, wenn der ganze untere Theil schon seine vollkommene Entwicklung erlangt hat, so daß diese Blätter zwei verschiedene Zeugungen von Theilblättern zu haben scheinen.

§. 148. Haben die Blätter einmal ihre bestimmte Dimensionen erreicht, so leben sie längere oder kürzere Zeit. Man weiß, daß bei den meisten unserer Bäume dieses Leben nicht länger als einige Monate dauert. Bei einigen, besonders in den heißen Klimaten, dauern sie zwei oder noch mehrere Jahre, und diese Bäume werden immergrün genannt, weil man sie beständig mit einem Laubwerk bedeckt sieht, das seine Farbe behält; dies sind aber nicht immer die nämlichen Blätter. Die ersteren sind nach einer gewissen Zeit abgefallen, aber der Baum, der sich schon mit neuen Blättern bedeckt hat, steht nicht nackt da und hat das nämliche Aussehen behalten. Dies kann

man leicht an unsern Fichten, Stechpalmen, Steineichen u. s. w. nachweisen. Wir haben gesehen, daß unter den Jahresblättern die einen verdorrt an dem Baume bleiben, die andern sich dadurch von demselben ablösen, daß sie ihre Gliederungen aufgeben: Es ist überflüssig, daran zu erinnern, wie die grüne Farbe stufenweise von derjenigen ersetzt wird, die man unter dem Namen braungelb kennt. Oft aber gehen die Blätter, vorzüglich die, welche gegliedert sind, bevor sie abfallen, durch verschiedene Schattirungen, deren Mannigfaltigkeit und deren Reichthum und Pracht bei einigen ihnen diese herbstlichen, so herrlichen Färbungen von einem so großen Effekte, besonders in Massen, verleihen.

§. 149. **Vergleichung der Blätter in den drei großen Klassen der Pflanzen.** — Bis jetzt hat uns die Vergleichung der Grundorgane in den drei großen Klassen der Pflanzen auffallende und constante Verschiedenheiten unter denselben gezeigt. Verhält es sich eben so mit ihren Blättern? Wir wollen uns zuvörderst daran erinnern, daß sie aus Nerven und Parenchym bestehen, und daß die ersteren handförmig oder gefiedert sind, je nachdem daß sich der Blattfielbüschel bei seinem Eintritte in den Saum in mehrere andere fast gleiche und divergirende Büschel zertheilt oder sich auf der Mittellinie fortsetzt, indem er rechts und links kleinere Büschel aussendet, welche sich von ihm losmachen. Wir haben auf seinen weitern Gang und auf die Verhältnisse dieser Büschel oder Nebennerven keinen hohen Werth gelegt. Nun können sich zwei Sachen ereignen; erstens: alle setzen ihren Gang, ohne sich zu verästen, fort, oder sie vermengen sich wenigstens, wenn sie auch einige seitenständige Zertheilungen treiben, nie mit den nahe gelegenen Bündeln; zweitens: die Nebennerven verästen sich selbst, diese Verästungen theilen sich aufs Neue ab, sie vereinigen sich bei dem Uebergange von einem Nerven zum andern, und es entspringt daraus ein Netz von Gefäßen, dessen Maschen von den letzten Zertheilungen der Nerven, und dessen Zelchen von dem Parenchyme gebildet werden.

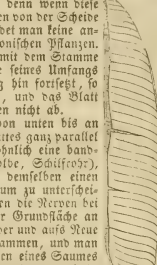
Es scheint eine ziemlich constante Uebereinstimmung zwischen diesen beiden Zertheilungsarten der Nerven und den beiden großen Klassen kotyledonischer Pflanzen stattzufinden; die erste bemerkt man gewöhnlich an den monokotyledonischen, die zweite an den dikotyledonischen Pflanzen.

§. 150. **Blätter der monokotyledonischen Pflanzen.** Ihr Saum zeigt keine netzförmigen Nerven; bisweilen gehen sie alle parallel, wie in den Blättern der Iris, des Rohrs u. s. w.; ein andermal sind es Nebennerven, welche sich von einem oder mehreren Hauptnerven losmachen und nach einer andern Richtung laufen; sie trennen sich aber von denselben in einer mehr oder weniger begenförmig gekrümmten Linie, deren convexe Seite nach der Hauptlinie hinsieht (Fig. 152). Aus dieser Gleichheit und diesem Parallelismus der Nebennerven geht hervor, daß das Blatt in den meisten Fällen ganz ist. Die Palmbäume haben zwar fiederschnittige und handschnittige Blätter, man kann aber, wenn man ihre Entwicklung verfolgt, deutlich sehen, daß sie in ihrer früheren Zeit ganz waren, und daß sie sich erst später in mehrere Lappen zertheilt haben, die mit ihren handförmigen oder gefiederten Nerven parallel laufen.

151.

151. Theil eines Grosserblattes (Phalaris arundinacea); *f* sein Blattfaumtheil; — *g* Blattscheide; — *gv* Blattscheidtheil berselben; — *gl* oberer, freier, häutiger Theil oder das Blatthäutchen.

Der blattscheidige Theil ist in den Blättern der monokotyledonischen Pflanzen, welche an dem Stamme eine sehr lange Scheide bilden, oft sehr entwickelt. Es liegen sogar mehrere von diesen Blattscheiden in einander, welche den Stamm verstärken und denselben großen Theils in vielen dieser Pflanzen, zum Beispiele an den Bananenbäumen aus zumachen scheinen. Die Blattscheide scheint sich an ihrem Ende bisweilen in eine Art kleiner, oft häutiger und weißlicher Haut zu verlängern (Fig. 162 gl), die bald ganz, bald gefranzt oder gezackt, und gewöhnlich symmetrisch in zwei Nebentheile getheilt ist. Dies nennt man das Blatthäutchen oder Blattzüngelchen, das man fast bei allen Grasarten antrifft und das man mit den Nebenblättern verglichen hat; denn wenn diese als vollkommen verschieden von der Scheide angesehen werden, so findet man keine andere bei den monokotyledonischen Pflanzen.


152.

Da sich die Scheide mit dem Stamme in einem großen Theile seines Umfangs und nach seiner Richtung hin forsetzt, so ist sie nicht abgegliedert, und das Blatt fällt vor seinem Absterben nicht ab.

Wenn die Nerven von unten bis an den oberen Theil des Blattes ganz parallel bleiben, so hat es gewöhnlich eine bandförmige Gestalt (Teichholde, Schilfrohr), und es ist schwer, an demselben einen Blattstiel und einen Saum zu unterscheiden. Ein andermal laufen die Nerven bei ihrem Ausgange von der Grundfläche an nach und nach auseinander und aufs Neue gegen den Gipfel hin zusammen, und man hat alsdann das Aussehen eines Saumes (einige Orchisarten, Epipactis ovata, latifolia etc.). Wenn sich Nebennerven von den Hauptnerven in einer andern Richtung absondern, so bilden sie bei der Trennung eine Erweiterung, einen Saum, der von dem Blattstiele, den sie in ihrer Vereinigung weiter unten bilden, sehr verschieden ist. Davon geben die Bananenbäume (Fig. 152) ein Beispiel nach einem großen Maßstabe. In den meisten Fällen wäre das ganze Blatt eher mit einem Blattstielblatte zu vergleichen, und eine an dem Ufer unserer Flüsse sehr gemeine Pflanze, das Pfeilkraut (Sagittaria sagittifolia) rechtfertigt diese Vergleichung, denn man kann an derselben auf dem nämlichen Stamme Blätter sehen, die oben, an einem langen und aufrechten Blattstiele einen großen pfeilförmigen Saum tragen, während andere, die auf der Wasserfläche liegen, das sie beispielt, sich in lange und dünne Bänder ohne Unterscheidung von Blattstiel und Saum ausstrecken, und man kann den Uebergang der einen dieser Formen in die so verschiedene andere verfolgen.

Eine kleine Anzahl monokotyledonischer Familien machen durch die verästeten und netzförmig anastomosirten Nerven ihrer Blätter, an denen man einen ächten, oft in seinem Umfange gelappten Saum erkennen muß, eine Ausnahme von den vorhergehenden Regeln. Dahin gehören die Aronarten, die Dioscoreen, und Stechmindenarten.

§. 151. **Blätter der dikotyledonischen Pflanzen.** — Unter diesen findet man die abgegliederten Blätter, diejenigen, welche eigentlich zusammengesetzt sind (Fig. 140, 141), deren Umfang gezahnt (Fig. 142), gekerbt, durch Winkel oder Buchten (Fig. 136,

152. Sehr verkleinertes Blatt von einem Bananenbaume, um die parallelen und an ihrem Ursprunge krummlinichten Nebennerven zu zeigen.

137, 138, 139) und nicht durch gerade Linien, welche von Rissen herrühren, in Lappen getheilt ist. Da die Nerven aus einander entspringen, so bilden sie einen eigentlichen, gewöhnlich spitzigen Winkel (Fig. 134, 136), sie theilen sich und verschmelzen sich in ihren letzten Verästungen. Da wir uns mit dem Blatte im Allgemeinen beschäftigen, so haben wir dasselbe und seine constituirenden Theile fast beständig im Auge gehabt; und es wäre daher überflüssig, sich hier aufzuhalten.

Wir wollen indessen anführen, daß bei einigen dikotyledonischen Pflanzen die Blätter wegen der parallelen oder ohne Verästung convergirenden Nerven sehr gut die Rolle der monokotyledonischen Pflanzen übernehmen. Dahin gehören z. B. einige von unsern Ranunkeln (Ran. gramineus, lingua etc.). Es gibt einige, die man ohne Beorgen für Blattstielblätter halten darf, wie an den Akacien mit ganzen Blättern, wo man sieht, daß sich an diese vermeintlichen Blätter der Saum sogleich an die ersten, die auf das Keimen folgen, anhelet. Viele Botaniker sind der Analogie wegen geneigt, alle Blätter dikotyledonischer Pflanzen, welche diese seltenere Gestalt und Benennung haben, auf die nämliche Weise zu erklären.

§. 152. **Blätter ekotyledonischer Pflanzen.** — In dieser Klasse erhalten die Blätter der Farnkräuter die stärkste Entwicklung, sie sind sitzend oder gestielt ganz oder ausgeschnitten. Ihre Zertheilung kann auf einen sehr merkwürdigen Grad getrieben werden. So ist in der Pteris aquilina, diesem großen in den Wäldern unserer Umgegend so verbreiteten Farnkraute, das, was man für einen mit Blättern versehenen Stamm halten möchte, nichts anders als ein einziges Blatt, das aus einem unterirdischen Wurzelstock hervorkommt und mehreremal fiederschnittig ist. Die Nerven zeigen Verästungen und Netze, die sogar mannigfaltiger als in den Blättern der kotyledonischen Pflanzen sind und gute Kennzeichen in der Klassifizirung abgeben können: wir werden uns später damit beschäftigen. Durch die Blattstiele gehen Bündel von Fasern und Gefäßen, die in ihrer Zusammenlegung, sowie des Stammes ähnlich sind, d. h. die einen Haufen von gewöhnlich dreyförmigen, in ein mannigfaltig zusammengelegtes Band vereinigten und von einer Schichte von schwarzlichem Parenchyme umgebenen Gefäßen, darstellen. Daraus entspringen auf dem Horizontalschnitte dieser Blattstiele mannigfaltige und wunderliche Figuren, die auch dazu dienen können, die Arten von einander zu unterscheiden. Wir begnügen uns, hier die unvollkommene Aehnlichkeit mit dem zweiköpfigen Adler des österreichischen Wappens anzuführen, die man in dem Büschel des Blattstiels der Pteris aquilina, der gegen seine Grundfläche hin schief geschnitten wurde, angegeben hat. Es kann zum Studium dieser Art von Gefäßen und Fasern dienen, die in den Farnkräutern so gemein sind.

Die Blätter werden in allen andern akotyledonischen Pflanzen, deren Stämme uns ein aus Fasern und Gefäßen bestehendes System darstellen, sehr einfach; noch gerinnelt, als vierblätterig und mit zahlreichen Nerven in den Wasserlinsen verbehen, beschränken sie sich in den Andormarten auf ein zellichtes Blatt, das ein einziger kleiner Bündel in seiner Breite durchzieht. In den gefäßlosen Familien, wie z. B. in den Moosen und den Jungermannien fehlt dieser Bündel und wird durch einige gestreckte Zellen ersetzt; und endlich verschwindet diese Skizze zu einem Blatte mit dem Stamme selbst in den letzten Familien, wie in den Flechten, Pilzen und Aftermoosen.

Ordnung der Blätter auf dem Stamme, oder Blattstellung (Phyllotaxie).

§. 153. Die Blätter können auf der gemeinschaftlichen Achse, auf der sie stehen, auf mannigfaltige Art geordnet sein. Man nennt sie stengelständig und aststänbig, je nachdem sie auf dem Stamme oder auf dem Zweige stehen. Bisweilen sind sie, anstatt auf verschiedenen Höhen des Stammes zu erscheinen unten gegen den Hals hin angehäuft: man nennt sie alsdann Wurzelblätter, obgleich sie durchaus nicht von der Wurzel abhängen, sondern sich bloß in ihrer Nähe befinden; ein Beispiel liefern die Primeln ꝛc.

Häufiger befinden sie sich von Weite zu Weite auf der Achse. Man nennt Knoten jene Punkte des Stammes auf den verschiedenen Höhen, aus welchen die Blätter entstehen (Fig. 154, n); Zwischenknoten (Fig. 154, m) die nackten Zwischenräume, die sich zwischen einem von diesen Punkten und dem darüber oder darunter liegenden befinden. Bald trägt ein Knoten zwei oder mehrere Blätter, die demnach auf gleicher Höhe entstehen; bald trägt jeder nur ein einziges. Diesen letztern Fall wollen wir zuerst untersuchen.

§. 154. **Wechselständige Blätter.** — Dieser letztere ist der gewöhnlichere und man nennt alsdann die Blätter wechselständig. Man begnügte sich lange Zeit mit diesem Worte; und wählte dagegen das Wort zerstreut, wenn die Blätter ohne irgend eine scheinbare Ordnung gestellt waren; denn man hatte bemerkt, daß in den meisten Fällen eine gewisse Regelmäßigkeit in dem Wechselstande der Blätter zu herrschen schien. Bonnet sah zuerst, daß, wenn man von unten nach oben durch die auf einander folgenden Punkte, aus welchen die Blätter hervorkommen, eine Linie ziehe, diese Linie um den Stamm herum eine Spirallinie beschreibe, daß diese Blätter in einem fast constanten Verhältnisse zu einander stehen und jedes von dem darauf folgenden durch einen gleichen peripherischen Theil des Stammes getrennt sei, so daß, wenn man eines findet, das senkrecht über einem als erstes angenommenen unteren Blatte steht, von dem es durch eine gewisse Anzahl von Zwischenblättern getrennt ist, das folgende Blatt sich über das zweite, und das darauf folgende sich über das dritte u. s. w. stellen wird. Er hatte als den allgemeinsten Fall den angenommen, wo sich die so über einander stehenden Blätter von 2 zu 5 wiederholen, so daß das sechste in gerader Linie über dem ersten, das eilfte über dem sechsten, das siebente über dem zweiten, das zwölfte über dem siebenten steht u. s. w. Er hatte zu gleicher Zeit bemerkt, daß es andere, verwickeltere Combinationen gebe, wo sich anstatt des sechsten Blattes ein anderes höheres z. B. das neunte auf die nämliche Vertikallinie mit dem ersten stellte.

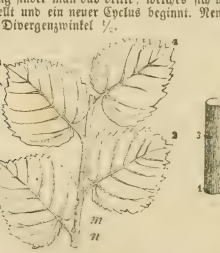
§. 155. Neuere, über denselben Gegenstand mit vieler Aufmerksamkeit und Scharfsinn angestellte Forschungen, die man vorzüglich Schimper und Al. Braun verdankt, haben diese früheren Resultate bestätigt und erweitert um zu der Kenntniß einer gewissen Anzahl von Gesetzen geführt, welche die Lagenverhältnisse der Blätter und demnach aller Nebenorgane der Pflanzen bestimmen. Wir wollen zum Ausgangspunkt die Verbindung wählen, auf welche sich Bonnet stützte, nämlich die, wo die Blätter von 2 zu 5 übereinander stehen (Fig. 154). Wir lassen eine Linie durch alle ihre auf einander folgende Einfügungen gehen und bemerken, daß diese Spirallinie, bevor sie zu der sechsten kommt, zwei Gänge um den Stamm gemacht hat. Da die fünf Blätter auf dieser Linie, welche zweimal um die Peripherie des Stammes herumgeht, in regelmäßige Weiten vertheilt sind, so muß die Entfernung des einen von ihnen zum folgenden oder vorhergehenden durch $\frac{2}{5}$ der Peripherie angegeben werden. Man hat diesen Bruch, der den Bogen bezeichnet, der zwischen den Einfügungen zweier auf einander folgender Blätter liegt, den Diver-

genzwinkel genannt; wir wollen bemerken, daß er zum Zähler die Anzahl von Windungen hat, welche die Spirallinie macht, bevor sie ein Blatt unmittelbar über dasjenige bringt, das man zum Ausgangspunkte angenommen hat, und daß er zum Nenner die Gesammtzahl der in diesem Zwischenraume befindlichen Blätter habe. Das sechste Blatt ist demnach der Anfang einer neuen Reihe von fünf, gleichfalls auf zwei Spiralwindungen liegenden Blät-

153.

tern. Jedes von diesen Blattsystemen, welche sich auf die nämliche Weise verbunden, über dem ersten befinden, wird eine Windung, Cyclus, genannt. Sind alle die Begriffe einmal gehörig erklärt, so ist es ganz leicht, die mannigfaltigen Verbindungen, welche an verschiedenen Pflanzen vorkommen können, zu untersuchen.

§. 156. Der einfachste Fall ist der, wo die Blätter zweizeilig (besser: zweiseitswendig) sind, das heißt, wo sie abwechselnd auf den beiden entgegengesetzten Seiten des Stammes stehen (Fig. 154). Jedes ist alsdann von dem folgenden durch eine halbe Peripherie getrennt; nach einer vollständigen Spiralwindung findet man das dritte, welches sich über das erste stellt und ein neuer Cyclus beginnt. Nennen wir diesen Divergenzwinkel $\frac{1}{2}$.



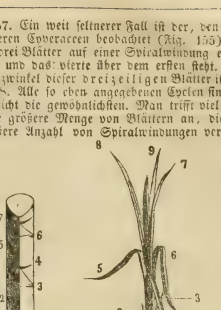
154

153. Stück von dem Zweige eines Kirschbaumes mit 5 Blättern, deren sechstes senkrecht über dem ersten nach zwei Spiralwindungen steht und auf diese Weise einen zweiten Cyclus beginnt. — Man hat den vorgestellten und seiner Blätter beraubten zweig daneben abgebildet und die Spirallinie darauf gezeichnet, auf welcher man von Weite zu Weite die Narben sieht, wovon jede die Einfügung eines Blattes bezeichnet.

154. Stück von einem Lindenzweige mit 4 Blättern, das zwei Windungen, bei welchen die Divergenz $\frac{1}{2}$ ist. Man hat den vorgestellten Stück von vielen Zweige daneben abgebildet mit der Spirale und den Narben, welche die Einfügungspunkte der Blätter ergaben. — *a* Knoten — *m* Zwischenknoten

§. 157. Ein weit seltnerer Fall ist der, den man an mehreren Coveraceen beobachtet (Fig. 155), bei welchen drei Blätter auf einer Spiralwindung eingefügt sind und das vierte über dem ersten steht. Der Divergenzwinkel dieser dreizeiligen Blätter ist $\frac{1}{3}$.

§. 158. Alle so eben angegebenen Cyclen sind bei weitem nicht die gewöhnlichsten. Man trifft viel häufiger eine größere Menge von Blättern an, die auf eine größere Anzahl von Spiralwindungen vertheilt



155.

sind; acht Blätter zum Beispiele auf 3 Spiralwindungen, 13 auf 5; 21 auf 8, oder mit andern Worten die Divergenzwinkel $\frac{3}{8}$, $\frac{5}{13}$, $\frac{8}{21}$, $\frac{13}{34}$ u. s. w. für zwei auf einander folgende Blätter. Wenn wir diese verschiedenen Brüche, auf welche uns die Beobachtung einer bedeutenden Zahl von Pflanzen unmittelbar geleitet hat, neben einander setzen:

$$\frac{1}{2}, \frac{2}{3}, \frac{3}{5}, \frac{5}{8}, \frac{8}{13}, \frac{13}{21}, \frac{21}{34} \text{ u. s. w.}$$

und sie unter einander vergleichen, so muß uns ein constantes Verhältniß auffallen, daß nämlich der Zähler eines jeden aus der Summe der Zähler, der Nenner hingegen aus der Summe der Nenner der beiden vorhergehenden Brüche besteht; aus dem nämlichen Grunde würde man auch diesen Zähler und diesen Nenner durch die Differenz der zwei folgenden Brüche erhalten; nehmen wir zum Beispiele den Bruch $\frac{8}{13}$, er ist gleich $\frac{13-5}{34-21}$ oder $\frac{8}{21-13}$.

Wenn man dieses Gesetz auf die Bestimmung anderer möglichen Verbindungen anwendet und auf diese Weise die beiden Glieder der letzten schon bekannten Brüche addirt, so bekommen wir $\frac{13}{34}$, das uns durch ein neues, ähnliches Verfahren $\frac{21}{55}$, sodann $\frac{34}{89}$, $\frac{55}{144}$ gibt. Nun werden diese Zahlen, die uns eine so einfache Rechnung verschafft hat, gleichfalls durch die Beobachtung bestätigt; diese wird aber um so täglicher und ungewisser, je mehr die Zahlen steigen; es ist begreiflich, daß, wenn die Zwischenknoten etwas lang sind und die Blätter auf diese Weise in einer gewissen Entfernung von einander stehen, das 35ste oder 55ste zum Beispiele über dem ersten sehr schwer nachzuweisen wäre. Wenn hingegen durch die Verkürzung des Stammes die Einfügungen einander nahe stehen und sich die Blätter, wie zum Beispiele die von einer Artischocke berühren, so kann man sehr leicht wahrnehmen, daß ein Blatt unmittelbar über einem andern steht; nur mit einer außerordentlichen Mühe wird man es dahin bringen, der Reihenfolge der Zwischenblätter zu folgen.

§. 159. Demungeachtet kann man sogar in diesen Fällen ohne viele Mühe es dahin bringen, jedes Blatt zu numeriren. Das sehr einfache Verfahren,

155. Junger Trieb von einer Cupressinenart (Cupressus sempervirens) mit dreizeiligen Blättern. — Daneben ist ein größeres Stück vom Stiele mit der Spiralblattlinie und den Narben, welche die Einfügungen der Blätter angeben.

das man hiebei anwendet, knüpft sich an gewisse Eigenschaften dieser regelmäßigen Spiraleinrichtung, die wir noch vorzutragen haben. Man kann diese Darstellung vereinfachen, wenn man bedenkt, daß der Stamm, den wir bisher als einen Cylinder betrachtet haben, sich wirklich gradweise von unten nach oben verdünnt und daß er ein außerordentlich verlängerter Konus ist; daß demnach die Spiralwindungen, die um denselben herumgehen, einen beständig abnehmenden Durchmesser haben; daß sie also nicht genau über einander liegen, wie die an einem elastischen Hosenträger, aber wohl wie die einer Uhrfeder, die man an ihrem unteren Ende in die Höhe zieht, daß wenn man die Achse außerordentlich kurz und beinahe in einer Ebene liegend annimmt, die Spirallinie zuerst die normale Lage der Uhrfeder annimmt, welche bei jeder Windung ihren Durchmesser verringert und sich so durch diese Reihe concentrischer Windungen beständig einem Mittelpunkte nähert, der das Ende der Achse vorstellt (Fig. 157). Bei dieser Anlage stellt der an dem Mittelpunktsende liegende Theil demjenigen vor, welcher der höchste wäre, wenn sich die Achse verlängerte. Der Theil, welcher sich am anderen Ende der Spirallinie befindet, stellt den niedrigsten vor; die Theile liegen also am weitesten nach außen, je

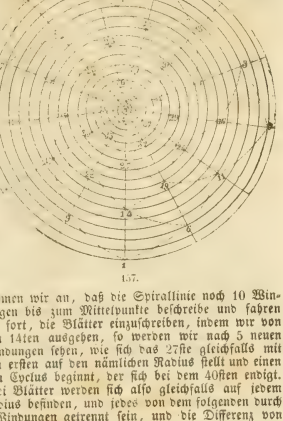
156.

niedriger sie auf der verlängerten Achse stehen. Dies ist nun durchaus keine leere Voraussetzung; in der Natur verwirklicht sich diese Anordnung sehr oft, wir sehen alsdann auf einem außerordentlich kurzen Stamme eine große Menge von Blättern, die in einen Büschel vereinigt sind, den man Rosette nennt (Fig. 156), wie z. B. an der blättrigen Hauswurz.

Wir wollen nun auf das Papier eine solche Spirallinie (Fig. 157) zeichnen und um diese Darstellung zugleich deutlich und vollständig zu machen, einen Cyclus nehmen, der aus einer Anzahl von Blättern und Spiralwindungen besteht, die weder zu hoch noch zu niedrig sind; z. B. die $^5/_{13}$ Verbindung, die überdies eine der verbreitetsten in der Natur ist.

Wir wollen aus dem Mittelpunkte der Spirallinie durch seinen gegenüberstehenden Punkt, in welchen wir das Blatt 1. verlegen, einen Kreis beschreiben, den wir durch eben so viele Radien in 13 gleiche Theile eintheilen. Fünf von diesen Theilen bilden den Divergenzwinkel. Wir zählen also fünf, indem wir dem Umlaufe der Spirale folgen, und schreiben das Blatt 2 ein; 5 andere Theile und wir schreiben das Blatt 3 ein u. s. w. Wenn wir das 13te eingeschrieben haben, so wird auf jedem Radius ein einziges Blatt sein, und das 14te wird über das erste zu stehen kommen, durch 5 Spiralwindungen von demselben getrennt sein und einen neuen Cyclus anfangen.

156. Windung von 13 Blättern, wie sie einer von oben gesehenen Rosette vereinigt sind. Aus der sehr kurzen Achse A, welche sie trägt, hat man 5 Spiralwindungen gezeichnet und den Ursprung eines jeden Blattes angezeigt.



157.

Nehmen wir an, daß die Spirallinie noch 10 Windungen bis zum Mittelpunkte beschreibe und fahren wir fort, die Blätter einzuschreiben, indem wir von dem 14ten ausgehen, so werden wir nach 5 neuen Windungen sehen, wie sich das 27ste gleichfalls mit dem ersten auf den nämlichen Radius stellt und einen 4ten Cyclus beginnt, der sich bei dem 40sten endigt. Drei Blätter werden sich also gleichfalls auf jedem Radius befinden, und jedes von dem folgenden durch 5 Windungen getrennt sein, und die Differenz von dem einen zum andern wird immer 13 ausmachen.

Aber jedes steht zu gleicher Zeit in gewissen Verhältnissen mit den Blättern, die so nahe als möglich rechts oder links von ihm liegen; so zum Beispiele das erste Blatt mit dem 6ten zur Rechten, und da unter allen Blättern jedes ohne Unterschied zum Ausgangspunkt genommen werden kann, so steht dieses 6te, das genau mit dem 11ten auf dem Radius zu seiner Rechten liegt, in dem nämlichen Verhältnisse, wie das erste in Beziehung auf sich selbst; das 11te in dem nämlichen Verhältnisse mit dem 16ten, das 16te mit dem 21sten, das 21ste mit dem 26sten u. s. w., so daß, wenn man eine Linie durch diese Reihe von Punkten 1, 6, 11, 16, 21, 26, 31, 36 zieht, sie gleichfalls einen Theil einer Spirallinie beschreiben würde. Aber das Blatt 2 steht mit dem 7ten, das dritte mit dem 8ten, das 4te mit dem 9ten, das 5te mit dem 10ten in dem nämlichen Verhältnisse, wie das 1ste mit dem 6ten; so durch die Punkte 2, 7, 12, 17, 22 u. s. w., 3, 8, 13, 18, 23 u. s. w., 4, 9, 14, 19, 24 u. s. w., 5, 10, 15, 20, 25 u. s. w. kann man also 4 andere ähnliche und mit der ersten parallele Spirallinien ziehen; diese 5 Spirallinien werden alle Einfügungen der Blätter enthalten. In jeder von ihnen bildet die Zahl 5, nämlich die der Spiralen, nothwendig die Differenz der Nummer eines Blattes von der des nachfolgenden.

Wenn wir auf gleiche Weise die Verhältnisse des Blattes 1. mit seinem nächsten zur Linken, dem 9ten, untersuchen, so zeichnen wir aus denselben Gründen und nach dem nämlichen Verfahren eine verschiedene Spirale, welche die Zahlen 1, 9, 17, 25, 33 u. s. w. enthält; sodann 7 andere, die nach einander mit den Zahlen 4, 7, 2, 5, 8, 3, 6 anfangen und in der

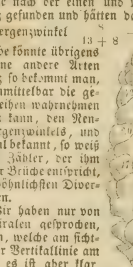
157. Zeichnung auf einer Ebene von einer Spirallinie, die sich von der Rechten zur Linken windet, und 5 Cyclen, jeden zu 13 Blättern, enthält, die auf 5 Spiralwindungen eingefügt sind. — Die Nebenpunkten, die rechts durch die Nummernreihen von 5 zu 5 und links durch die von 8 zu 8 gebildet sind, sind durch punktirte Linien angegeben.

Reihe ihrer Nummern die constante Differenz 8 einer Nummer für die folgende angeben. Je größer diese Differenz ist, je mehr sich diese Spirale der geradlinichten Richtung des Radius nähert, desto kürzer ist der Weg, um zum Mittelpunkte zu kommen.

Wir haben also eine erste Spirallinie, die man primitive oder erzeugende nennt und welche durch die Blätter 1, 2, 3, 4, 5, 6 u. s. w. geht, das heißt in ihrer auf einander folgenden Höhenreihe auf dem Stamme; wir haben überdies mehrere Nebenspirale, wovon die einen parallel unter sich von der Rechten zur Linken, das heißt in gleicher Richtung mit der primitiven, die andern parallel von der Linken zur Rechten, das heißt, in umgekehrter Richtung gehen. Nun sind diese letztern der Zahl nach 5, und dies ist gerade die Zahl, welche die Differenz der Nummer irgend eines auf einer von diesen Spiralen genommenen Blattes zwischen der Nummer desfolgenden Blattes anzeigt, genau die Zahl des Zählers des Bruches, der den Divergenzwinkel ($^{5}/_{13}$) in dem erzeugenden Bruche angibt. Auf der andern Seite sind in umgekehrter Richtung die laufenden parallelen Nebenspirale der Zahl nach 8, welche, zu der ersten Zahl 5 addirt, 13 oder den Nenner eben desselben Bruches gibt.

Man begreift jetzt, daß, wenn man es dahin bringt, die Zahl der parallelen Nebenspirallinien nach einer Richtung hin, sodann nach der andern hin zu zählen, man den Divergenzwinkel kennt. Die kleinere von diesen beiden Zahlen ist der Zähler, die Summe der beiden Zahlen ist der Nenner. Man sieht auch ein, daß man alle Blätter leicht numeriren kann; denn wenn man (unter beständiger Annahme des gegenwärtigen Falles, nämlich den, wo der Divergenzwinkel $^{5}/_{13}$ ist) irgend ein beliebiges Blatt als Ausgangspunkt annimmt und mit 1 bezeichnet, so kann man hintereinander mit 6, 11, 16 u. s. w. die folgenden auf der Nebenspirale zur Rechten, und mit 9, 17, 26 u. s. w. die folgenden auf der Spirale zur Linken bezeichnen, und ist einmal ein Blatt auf einer Spirale numerirt, so erhält man alle andere mit der nämlichen Leichtigkeit, weil man nur die Zahl 5 oder 8 zu addiren braucht, wenn man sie nach der Reihe von unten nach oben bezeichnet und sie abzuziehen hat, wenn man sie von oben nach unten einschreibt.

§. 160. Ist es denn aber wirklich leichter, die Zahl der Nebenspiralen zu bestimmen, als der ursprünglichen Spirale? Diese bemerkt man deutlicher, wenn die Blätter auf der mehr oder weniger langen Achse etwas entfernt stehen; sie verschwindet, wenn die Blätter auf einer sehr kurzen Achse sehr enge beisammen stehen, so daß es äußerst schwer wird, ihre relativen Höhen zu bestimmen. In allen diesen Fällen aber zeichnen sich die Nebenspirale sehr deutlich ab; um sich davon zu überzeugen, darf man seinen Blick nur auf eine Rosette werfen, die aus einer großen Anzahl von Blättern besteht, wie z. B. die Hauswurzen vor der Entwicklung ihres Stammes und besonders die, welche man in den Treibhäusern unter dem Namen Sempervivum tabulare zieht. Unsere Zeichnung in der Figur 156 findet sich in solchen Rosetten bis auf den Divergenzwinkel beinahe verwirklicht, der nach den verschiedenen Arten verschieden sein kann. Wir finden ferner, obschon auf einer verlängerten Achse, taugliche Beispiele an den Zapfen der immergrünen Bäume, die aus einer Menge anstehender Schuppen bestehen, welche eben so viele Blätter vorstellen und sich an ihren Grundflächen so decken, daß es unmöglich ist, äußerlich ihre Einfügungspunkte anzugeben. Auf den ersten Blick bemerkt man aber Reihen von Schuppen, die nach sehr schiefen und parallelen Spiralen (Fig. 158) die einen rechts, die andern links fortlaufen, Spiralen, die man leicht nach der einen und der andern Richtung zählen kann, und erhält auf diese Weise unmittelbar den Divergenzwinkel der erzeugenden Spirale, die man nicht sieht. So zeigt der Zapfen einer Fichtenart (pinus alba) genau die Verbindung $^{5}/_{13}$, die uns zu unserer Darstellung gedient hat (Fig. 158). Hätten wir den von pinus picea genommen, so hätten wir 8 Nebenspirale nach der einen und 13 nach der andern Richtung gefunden und hätten daraus geschlossen daß der Divergenzwinkel $\frac{13+8}{21-8}$ sei.



Die Aufgabe könnte übrigens auf verschiedene andere Arten gelöst werden; so bekommt man, wenn man unmittelbar die geradlinichten Reihen wahrnehmen und sie zählen kann, den Nenner des Divergenzwinkels, und ist dieser einmal bekannt, so weiß man auch den Zähler, der ihm in der Reihe der Brüche entspricht, welche die gewöhnlichsten Divergenzen angeben.

§. 161. Wir haben nur von zwei Nebenspiralen gesprochen, von den zweien, welche am sichtbarsten und der Vertikallinie am nächsten sind; es ist aber klar, daß es eine große Menge anderer geben müsse, weil jede Linie, welche durch eine Reihe von Nummern geht, die von der einen zur andern eine constante Differenz haben, eine Spirale ist, so zum Beispiele die, welche durch 1, 4, 7 u. s. w. oder durch 1, 11, 21 u. s. w. gehen würde.

§. 162. Die erste Spirale kann von der Rechten zur Linken, oder umgekehrt gehen. Man hat untersucht, ob dieser Gang eine constante Richtung entweder an einer gegebenen Pflanze oder an gewissen Zweigen in Beziehung auf gewisse andere einer und derselben Pflanze habe. Man hat sie in gewissen Fällen nachgewiesen, in den meisten aber keine gefunden. Dem sei nun wie ihm wolle, wenn zwei Zweige a und b gegeben sind, wovon der zweite auf dem ersteren steht, so steht das erste Blatt von b in Beziehung auf das von a, aus dessen Achsel der Zweig entsteht, so, daß dieses die Spirallinie von b beginnt. Aber bald windet sich diese Spirallinie von b nach der nämlichen Richtung mit der von a, in welchem Falle man sagt, daß sie gleichlaufend (homodrom) sei (ὁμός, ähnlich; δρόμος, Lauf). Bald windet sie sich in entgegengesetzter Richtung und wird alsdann ungleichlaufend (heterodrom) genannt (ἕτερος, verschieden).

Im Allgemeinen bemerkt man nur dann etwas Constantes sowohl in der Richtung der Spirale oder in dem Divergenzwinkel, wenn die Glieder des Bruches, der jenen bezeichnet, sehr schwache Zahlen, $^{1}/_{2}$, $^{1}/_{3}$, höchstens $^{1}/_{5}$ sind. Darüber hinaus, geht oft ein Cyclus in die benachbarten Cyclen über, und die Richtung der Spirale von der Linken zur Rechten, oder umgekehrt, wird fast ohne Unterschied auf Zweigen angetroffen, die aus einem und demselben Aste entstehen, und die bisweilen auf einem und demselben Zweige wechselt. Die Ursachen dieser Richtungsveränderungen sind noch nicht vollkommen angegeben worden. Was die häufige Unterschiedung eines Cyclus für einen andern anbetrifft, so findet sie eine ziemlich einfache Erklärung in der Vergleichung der verschiedenen Divergenzwinkel, welche sich zuletzt äußerst

158. Zapfen der Pinus alba, auf welchem man die Schuppen nach ihrer relativen Höhenordnung numerirt hat. Man hat durch eine Reihe von Punkten eine geradlinichte Reihe und zwei Nebenspirale bezeichnet, wovon die eine von der Linken zur Rechten, die andere in umgekehrter Richtung geht.

wenig von einander unterscheiden. Denn wenn wir sie in Graden und Minuten ausdrücken, so sehen wir, daß, wenn man von $^3/_8 = 138° 24'$ ausgeht, alle andere 137° nebst einer Anzahl Minuten haben, die, indem sie ein wenig variirt, sich immer mehr der Zahl 30 nähert und endlich kaum von derselben differirt. Nun weiß man, was einige Minuten auf einer so kleinen Peripherie, wie die eines Zweiges ist, heißen wollen; die geringste Abweichung, mag sie nun von einer ganz unbedeutenden Drehung des Stammes herrühren, die häufig in der Natur stattfindet oder aus einem unwahrnehmbaren oft unvermeidlichen Irrthum in der Beobachtung entspringen, verändert um diese wenige Minuten die Divergenz und schiebt also einen Cyclus dem andern unter. Auch betrachtet Bravais diese verschiedenen Stellungen der Blätter auf einer stetigen Spirale als bloße Veränderungen einer einzigen Anordnung, bei welcher der Differenzwinkel constant ist. Dieser Winkel wäre 137° 30' 28" und irrational mit der Peripherie, d. h. er könnte sie nie, so oft man ihn auch zu sich selbst addirte, ganz genau dividiren, und demnach nie ein Blatt ganz genau in gerader Linie über ein anderes bringen. Die Blätter 6, 9, 14, 21, 33, 54 u. s. w., von denen wir in der Reihe der beobachteten Cyclen gesehen haben, daß sie sich über das Blatt 1. stellen würde, sich wirklich nicht ganz genau auf der vertikalen Linie befinden, die durch die Einfügung des Blattes 1. geht, sondern abwechselnd auf den beiden Seiten dieser Linie und sich immer mehr derselben nähern, ohne sie jemals erreichen zu können.

Bravais unterscheidet also die Blätter, die er in Beziehung auf ihre Stellung auf dem Stamme betrachtet in zwei große Klassen: erstens die krummlinicht geordneten Blätter, d. h. diejenigen, welche, da sie nie in einer Reihe auf eine und dieselbe gerade Linie über einander gebracht werden können, eine unbestimmte krumme Linie beschreiben; zweitens die geradlinicht geordneten, d. h. diejenigen, deren Divergenz ein- oder mehrmal genommener Theil der Peripherie ist und welche demnach nothwendig übereinander gestellt sind und auf diese Weise längs dem Stamme ihn geradlinichte Reihen bilden; davon haben wir mehrere Beispiele an den zweizeiligen oder dreizeiligen Blättern gesehen, deren Divergenz die Hälfte oder das Drittel der Peripherie ist.

§. 163. Wir haben die Divergenzwinkel angeführt, welche gewöhnlich in den spiralförmigen Reihen vorkommen und von denen sich, wie wir so eben gesehen haben, alle 137° nähern. Manchmal findet man ganz verschiedene, wie $^1/_4$, $^1/_5$, $^2/_5$, $^3/_{14}$ u. s. w., die, wie man leicht bemerken wird, eine Reihe bilden, welche derjenigen, deren Eigenschaften wir untersucht haben, darin ähnlich ist, daß man sie durch Additionen der Zähler und Nenner erhalten kann. Wir wollen uns bei dieser neuen Reihe und bei noch zwei andern, welche durch Beobachtung gleichfalls entdeckt worden sind, nicht aufhalten, denn dies sind Fälle, die zu selten vorkommen, als daß man sie nicht zu den Ausnahmen zählen dürfte. Der Schüler muß indessen doch davon in Kenntniß gesetzt werden, um Verwirrung und Zweifel zu vermeiden, wenn er etwa bei seinen Forschungen auf eine von diesen ungewöhnlichen Blattverbindungen stoßen sollte.

Bravais macht darauf aufmerksam, daß diese Divergenzveränderungen Statt haben müßten, wenn alle Blätter verschwänden, die auf einer von den Nebenspiralen entstehen, und daß man die und die oder irgend eine andere Veränderung nach derjenigen von diesen Spiralen bekommen würde, welche weggeschafft wäre. Dies ist keine Annahme in den Tag hinein und dieser Fall findet bisweilen wirklich Statt. So haben die Stämme von gewissen sehr jungen Cactus eine Gestalt, die ganz von derjenigen verschieden ist, die sie später zeigen. Sehr abgerundet bei ihrem ersten Entstehen sind die Blätter oder vielmehr die kleinen Haufen von Stacheln, die an ihrer Stelle stehen, nach einer gewissen Anzahl von Spiralen geordnet, wovon man mehrere stille stehen und etwas weiter oben ganz aufhören sieht, während der Stamm zu gleicher Zeit die Gestalt eines Prisma oder einer geferbten Säule annimmt, deren ausspringende Winkel die Zahl der Reihen der bleibenden Blätter angeben, und wenn sich diese Reihen sogar auf zwei reduziren, so plattet sich der Stamm gänzlich ab (Cactus phyllanthus).

§. 164. **Gegenständige Blätter.** — Wir wollen jetzt die Fälle untersuchen, in welchen jeder Knoten mehrere Blätter trägt. Wenn es nur zwei sind, die auf diese Weise in gleicher Höhe einander gegenüber entstehen, so sagt man, sie seien gegenständig, ist deren eine größere Anzahl vorhanden, so heißen sie quirlig oder wirtelig und das Ganze dieser Blätter, die auf diese Weise kreisförmig um den Stamm herum gruppirt sind, heißt Quirl oder Wirtel. Gewöhnlich sind die Blätter eines und desselben Quirls unter sich durch gleiche Zwischenräume getrennt; und demnach der Bogen, der zwischen zwei benachbarten Blättern liegt, der Peripherie gleich, welche durch die Blattzahl der Quirle dividirt wird, einer halben Peripherie, wenn zwei gegenständige Blätter, einem Drittel, wenn drei gegenständige Blätter da sind, u. s. w. Ein anderes fast allgemeines Gesetz ist folgendes, daß sich die Blätter eines Quirls nicht über die des untern Quirls stellen, sondern in den Zwischenraum derselben, der bald der einen Seite näher ist als der andern, bald genau in der Mitte steht.

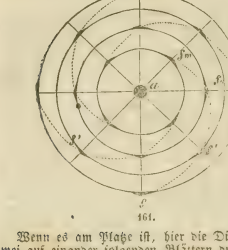
§. 165. In diesem letzteren Falle müssen natürlicher Weise die Quirle paarweise über einander stehen und wenn die Blätter bloß gegenständig sind, so wird das obere Paar das untere in einem rechten Winkel kreuzen. Diese Stellung wird Kreuzständigkeit genannt, und die Blätter, welche diese Kreuzständigkeit zeigen, heißen kreuzständig (folia decussata Fig. 159). Das Ganze der Blätter des Stammes zeigt sich alsdann auf vier geradlinichten Reihen. Wenn es Quirle mit drei Blättern gäbe (Fig. 160), so stünden sie in sechs Reihen; mit vier in acht Reihen. Alle diese Verbindungen gehören augenscheinlich in Bravais' Klasse der geradlinicht geordneten Blätter.

159. 160.

Hier haben wir statt einer einzigen, stetigen Spirallinie eine Folge von obenstehenden Kreisen (Fig. 161). Da ein gegebenes Blatt 1 in einem gewissen Verhältnisse zu den beiden Blättern 1' 1'' steht, die sich unmittelbar über demselben befinden, da eines von

159. Kreuzständige Blätter von der Pimelaea decussata.
160. Blätter der Lysimachia vulgaris mit drei Quirlblättern.
Die Quirle stehen genau paarweise über einander

diesen, das rechte zum Beispiele, ebenfalls in den nämlichen Verhältnisse zu seinem rechts über ihm stehenden I'' u. s. w. steht, so muß man nothwendig, wenn man eine Linie durch diese Blätter zieht, eine um den Stamm a gerollte Spirallinie bekommen. Man könnte eine ähnliche auf jedem der andern Blätter des Quirls ausgehen lassen und es werden eben so viele parallele Spirale daraus entstehen, die denjenigen ähnlich sind, die wir in dem Falle mit den wechselständigen Blättern Nebenspirale nannten.



161.

Wenn es am Platze ist, hier die Divergenz von zwei auf einander folgenden Blättern durch Anwendung der Regel zu bestimmen, durch welche man sie für den Fall der wechselständigen Blätter (§. 161), das heißt, nach einem Bruche, erhält, der zum Zähler die Zahl der parallelen Spirallinien und zum Nenner die der geradlinichten Reihen hat, so ist klar, daß hier die Zahl der Blätter eines einzigen Quirls immer die Hälfte des zweiten, das heißt, die Zahl der Blätter von zwei auf einander folgenden Quirlen ist und demnach wäre in allen Fällen, wo die Blätter in irgend einer beliebigen Zahl quirlartig sind, die Divergenz von zwei auf einander folgenden ½ oder die Hälfte der Peripherie. Dieses numerische Resultat scheint anzuzeigen, daß jeder Quirl aus der Gegenständigkeit der paarweisen Blätter fließt und daß bei demjenigen, der mehr als zwei Blätter hat, wenn man eines von ihnen zum Ausgangspunkte annimmt, das zweite, nicht das zunächst befindliche, sondern vielmehr das geradezu entgegengesetzte ist. Man sieht auch wirklich gar nicht selten, daß sich die Blätter eines Quirls trennen und alsdann offenbart sich ihre binäre Verbindung. So zeigt z. B. in einem von diesen drei Blättern das eine dadurch, daß es sich über oder unter die beiden andern stellt, an, daß es wirklich zu einem höheren oder niederern Kreise gehöre.

§. 166. Wir haben weiter oben den Fall angegeben, wo ein Quirl nicht genau denjenigen kreuzt, welcher über oder unter ihm ist; man muß alsdann durch mehrere auf einander folgende Quirle gehen, um einen zu finden, der unmittelbar über dem ersten steht. So stehen z. B. in vielen Nelkenblumenarten die gegenüberstehenden Blätterpaare nur von fünf zu fünf übereinander, so daß man, wenn man ein Blatt zum Ausgangspunkt nimmt, vorher acht zählen muß, bevor man eines findet, das mit demselben auf der nämlichen Verticallinie steht. Bei sorgfältiger Untersuchung ihrer Verhältnisse findet man, daß sich diese Verbindung mehr den Combinationen der wechselständigen Blätter nähert, die auf einer steigen Spirale eingefügt sind, und daß man, wenn man die Achse so verkürzt, daß die Blätter in einer Rosette liegen, ungefähr die nämliche erhalten würde, wie die mit acht Blättern, welche die ⅜ Divergenz hat. Man wird auch wirklich häufig sehen, daß zwei Blätter von diesen Nelkenblumenarten, anstatt einander geradezu entgegengesetzt zu sein, auf der nämlichen Seite des Stammes in etwas abweichen, wie wenn ihre Divergenz geringer als ½ oder ⅖ des Umfangs betrüge.

§. 167. Der Uebergang der Gegenständigkeit zur Wechselständigkeit der Blätter ist nicht sehr selten. Man findet ihn z. B. bisweilen an der Myrte, an dem Ochsenmaule u. s. w. Andere blattgegenständige Pflanzen zeigen oft diese Trennung an dem Ende ihrer Zweige, wenn sich diese sehr schnell verlängern. Es ist also gar wohl möglich, daß zwischen diesen zwei Klassen von Blättern keine so wesentliche Verschiedenheit stattfindet, als man zu glauben geneigt sein möchte. Demungeachtet ist die relative Lage der Blätter im Allgemeinen bei den meisten Pflanzenarten zu constant, als daß sie als ein Erkennungsmerkmal angenommen werden könnte. Natürlich darf man die Modifikationen nur auf diese Weise anwenden, die nicht leicht einem Wechsel unterworfen sind; man beschreibt z. B. Blätter als kreuzständig, wechselständig, zweizeilig, dreizeilig u. s. w. Man könnte bisweilen weiter gehen und die ⅔ Divergenz der Blätter würde gewisse Bäume noch ziemlich deutlich charakterisiren; wir haben aber gesagt, daß sie in höheren Ziffern oft in dem nämlichen Baume von dem einen zum andern übergeht. Man sieht die Dienste leicht ein, welche die Kenntniß dieser Gesetze leisten kann, wenn man sie an den meisten Pflanzen bestimmt und studirt haben wird. Wenn man nur Aeste mit Blättern, oder sogar ohne Blätter, die bloß durch Narben die Stelle bezeichnen, woran jene standen, zur Verfügung hat, wenn man einen fossilen Abdruck bestimmen will, so kann man hier zu Lösung eines sonst unzugänglichen Problems einige Elemente finden.

§. 168. Die monokotyledonischen Pflanzen, deren erste Blätter nothwendig wechselständig sind, behalten später diese Stellung. Man führt eine sehr geringe Anzahl mit gegenständigen und quirlförmigen Blättern an, aber auch in diesem Falle ist es leicht nachzuweisen, daß sie nicht genau in der gleichen Höhe entstehen.

Bei den dikotyledonischen Pflanzen behalten die Blätter oft die Gegenständigkeit, die man schon in ihren Kotyledonen bemerkte; oft verlieren sie dieselbe auch und diese Veränderung wird entweder unmittelbar in den ersten, aus den Knöspchen entwickelten Blättern oder nach und nach bewirkt. Alle Pflanzen aus gewissen Familien haben ohne Ausnahme gegenständige oder wechselständige Blätter und bisweilen sogar andere secundäre Modifikationen. So haben alle lippenständigen Pflanzen kreuzständige; die meisten aus dem Lindengeschlechte zweizeilige Blätter u. s. w. Man findet auch bei den akotyledonischen Pflanzen wechselständige und gegenständige Blätter. Gewisse baumartige Farnkräuter kennen als Pflanzen angeführt werden, welche vielleicht die regelmäßigsten Quirle im ganzen Pflanzenreiche haben.

Uebrigens zeigen die drei großen Pflanzenklassen in der spiralförmigen Stellung ihrer Blätter die nämlichen Verbindungen. Es gibt jedoch einige, welche in der einen seltener als in der andern sind; so wird die Divergenz ⅓ nicht leicht bei den dikotyledonischen Pflanzen angetroffen, während eine ziemlich große Menge monokotyledonischer Pflanzen dieselbe hat.

§. 169. Wir haben behauptet, daß die Blätter nicht immer vollständig seien und auf einen ihrer Theile reduzirt werden können. Da der Saum die größten Dimensionen hat und man gewohnt ist, ihn

164. Projection von vier Quirlen, die von zwei zu zwei einander entgegengesetzt sind und wovon jeder aus vier Blättern besteht. Die geradlinichten Reihen sind durch Kreise bezeichnet, die parallelen spiralförmigen durch punktirte Linien. Natürlicher Weise würden sie die nämlichen von der Rechten zur Linken sein, als man sie hier umgekehrt abgebildet hat.

für das Blatt selbst anzusehen, so haben sie, wenn er sich nicht entwickelt, ein ganz anderes Aussehen und man fühlt sich versucht, ihnen nicht mehr diesen Namen zu geben. Ihre seitenständige Stellung auf dem Stamme aber hilft dazu, sie als solche anzuerkennen und alsdann kann man, wenn man in der Anordnung dieser so sehr verhüllten Organe die Gesetze auffindet, welche auf die relative Stellung der Blätter einwirken, keinen Zweifel über ihre eigentliche Natur haben. Wenn man auf diese Weise auf der Spargel kleine Schuppen (Fig. 111, f) bemerkt, welche auf dem Stamme eingefügt und spiralförmig gestellt sind, so sieht man gar nicht an, die Vermuthung zu hegen, daß es Blätter seien, die auf ihren blattscheidenartigen Theil reduzirt sind. Werden sie auf diese Art durch die Scheide allein oder durch den Blattstiel, oder vielmehr durch eine einfache und kurze Verlängerung des Büschels, der die Mittelnerve gebildet hat, dargestellt, so ist die Form kleiner Anhängsel, die zu einer Schuppe verdickt oder zu einer Haut verdünnt oder zu einem Fädchen verengt wurden, diejenige, die sie in den meisten Fällen annehmen. Wir werden später sehen, daß sie dieselbe oft in der Nähe der Blüten zeigen.

Knospen.

§. 170. Der Punkt, aus welchem ein Blatt entsteht, hat in dem Leben der Pflanze eine gedoppelte Wichtigkeit; weil gewöhnlich unmittelbar über ihm in dem Winkel, der zwischen dem Stamme und dem Blatte liegt, und den man den Blattwinkel (axilla) von diesem nennt, die Knospe (gemma, Fig. 162, ba, ba, ba) entsteht; daraus hat man auch das Beiwort blattwinkelständig gemacht. Die Knospe ist nichts anders, als das erste Lebensalter eines Astes, von dem alle seitenständigen Theile, die Blätter in dem ersten Zustande ihrer Entwicklung, auf einer äußerst kurzen Achse angehäuft sind. Man hat die Knospe daher auf eine ganz natürliche Weise mit dem Embryo verglichen, von welchem sie sich nur dadurch unterscheidet, daß sie, anstatt unabhängig zu sein, und für ihre eigene Erhaltung durch ein oder zwei erste fleischige Blätter, die Kotyledonen, zu sorgen, einen Theil einer schon gebildeten Pflanze ausmacht, welcher ihr ihre Nahrung liefert und daß ihre ersten Blätter, welche zu ganz andern Dienstleistungen bestimmt sind, durchaus keine kotyledonische Gestalt haben. Daher haben sie auch einige Schriftsteller unbeweglichen oder festen Embryo genannt.

162.

§. 171. Er ist anfänglich ein kleiner zelliger Haufen oder Kern, der mit dem äußersten Ende der Markstrahlen in Verbindung steht und der zuerst im Innern verborgen ist, sodann die Rinde vor sich vertreibt und sich äußerlich zeigt. Später bilden sich die inneren Reihen der Zellen dieser kleinen Achse zu Gefäßen aus, und ihre Oberfläche überzieht sich mit kleinen zelligen Anhängseln, den ersten Entwürfen der Blätter, deren Entwicklung sich nach Gesetzen richtet, die wir bereits kennen gelernt haben. Wir wissen auch schon, daß der Zweig den Stamm in seiner Zusammensetzung und Entwicklung reproduzirt. Die Gefäße und Fasern des einen setzen sich in dem andern fort, es findet aber keine Stetigkeit des Markes mehr Statt; die Markröhre des Zweiges schließt und endigt sich an seinem Entstehungspunkte wie sich die des Stammes bei dem Entstehen der Wurzel schloß.

§. 172. Die Knospe, deren Bestimmung ist, Blätter zu erzeugen, die auf die Erzeugung in dem Winkel des Blattes, aus welchem sie entsteht, folgen sollen, überlebt natürlicher Weise dieses Blatt und wenn es abfällt oder gegen das Ende des Jahres verwelkt, so bleibt sie auf dem Stamme in einem stillestehenden Zustande bis zu der Jahreszeit, welche die Vegetation wieder belebt, der Knospe einen neuen Impuls gibt und ihre Entwicklung zum Zweige bestimmt. In den heißen Klimaten, wo dieser Zwischenraum von Ruhe beinahe Null und überdies wegen der Temperatur ohne Gefahr für die junge Knospe ist, sind die ersten Blätter derselben eben so vollständig und beinahe die nämlichen, wie es die folgenden sein werden. In den Ländern aber, die einen mehr oder minder strengen Winter auszuhalten haben, denn so zarten Organe nicht widerstehen könnten, zeigen die ersten, die äußeren Blätter, welche in dem Zustande ihrer Vereinigung, in welchem sie gleichsam zusammengeballt sind, den andern zur Hülle dienen, merkwürdige Modifikationen in Form und Substanz, die sie geeignet machen, selbst Widerstand zu leisten und die weiter innen liegenden Theile zu schützen. Ihre Consistenz ist alsdann gewöhnlich die, welcher man in der Botanik den Namen schuppig gegeben hat, d. h. hart und trocken, wie z. B. die Hülle eines Melonen- oder Birnkernes. Oft sind sie überdies mit einigen im Wasser unlöslichen Substanzen getränkt und schlechte Wärmeleiter wie z. B. das Harz in gewissen Pappelarten, ein andermal mit einem dicken Flaume gefüttert, z. B. in vielen Weiden.

Bisweilen sind diese Blätter oder Schuppen hinlänglich entwickelt, um einander vollständig einhüllen zu können. Gewöhnlich sind sie kürzer, als die Gesammtheit der Knospe und erscheinen alsdann ziegeldachförmig in mehreren Reihen, d. h. die äußeren decken den Untertheil der inneren beinahe wie die Ziegel eines Daches (Fig. 162, 163, 1). Wenn sich

163.

in diesem Falle nur eine gewisse Anzahl vorfindet und die Knospe gestreckt ist, so ist gleich auf den ersten Blick die spiralförmige Anordnung an derselben zu erkennen, die derjenigen, die wir bei den Tannzapfen angegeben haben, ähnlich ist. Man nennt die Knospen schuppig, wenn sie auf diese Weise geschützt sind, nackt, wenn die äußeren Blätter keine auffallende Modifikationen zeigen, wie an den meisten tropischen Gewächsen. Einige von den unfrigen

162. Gipfel eines Zweiges von der Lonicera nigra im Zustande des Winterschlafes d. h. nach dem Abfalle seiner Blätter und mit seinen Knospen: eine Endknospe bi; mehrere winkelständige Nebenknospen ba, ba, ba.

163. 1. Schuppige Knospe von dem Bergahorn (Acer pseudoplatanus): — r Zweig; — p Blattstiel (pulvinus) mit der Narbe c an der Spitze, die nach dem Falle des Laubes bleibt und in welcher man drei Bündel bemerkt, die sich dahin begaben: — e dachziegelförmige Schuppen der Knospe. — 2 Durchschnitt der nämlichen Knospe: — e Schuppen: — f Blätter.

jedoch haben, wie z. B. die Schwarzerle (Rhamnus frangula) nackte Knospen; dies ist aber ein sehr seltener Fall.

Man hat verschiedene Ausdrücke, Knospendecken (tegmenta perulae) vorgeschlagen, um diese äußeren und modifizirten Blätter, welche auf diese Weise als schützende Organe dienen, zu bezeichnen. Linné nannte sie auf eine sinnreiche Weise Winterwohnungen (hibernacula). Ihrem Ganzen spart Decandolle den Namen Knospe auf und gibt dem übrigen den Namen: junger Trieb. Um eine Vervielfältigung der Wörter zu vermeiden, wollen wir sie hier Schuppen nennen, wir machen aber dabei darauf aufmerksam, daß dies nicht ihre constante, obgleich gewöhnlichste Form sei.

§. 173. Wenn das Blatt auf diese Weise seine Rolle spielt, so wird es auf den einen oder den andern seiner Theile reduzirt, und daher kommen die mannigfaltigen Benennen, womit man diese verschiedenen Entstehungsarten bezeichnet. Die Knospen heißen blattartig, wenn die Schuppe von dem auf diese Weise verwandelten Saume allein gebildet wird: blattstielartig, wenn sie durch die untere Erweiterung des Blattstiels, den wir Blattscheide genannt haben, gebildet ist; nebenblattartig, wenn dies durch ihre Nebenerzeugnisse oder Nebenblätter geschieht; gestützt, wenn es von dem Blattstiele und den Nebenblättern zugleich geschieht. Die Bestimmung dieser Theile ist bisweilen klar angegeben und oft bestätigt die Natur unsere Theorien, indem sie stufenweise Uebergänge der innersten Schuppen zu den ersten ächten Blättern zeigt; wie z. B. in dem Pavia.

§. 174. Die eigentlichen Blätter sind, wenn ihr Saum in der Knospe eine gewisse Größe erlangt hat, gewöhnlich auf mannigfaltige Weise zusammengelegt oder zusammengerollt, so daß sie sich ihrer runzlichen Form anpassen und den möglichst kleinsten Raum einnehmen. Man hat diesen Zustand Knospenlage oder früher Blätterknospenlage (vernatio) genannt. Man bezeichnet jede dieser Modifikationen mit einem besondern Namen, den wir nach Erklärung einer jeden in Klammern angeben wollen. Wenn wir zuerst jedes Blatt abgesondert von den andern betrachten, so finden wir, daß sie erstens gefaltet sein können, entweder in zwei Hälften, so daß der obere Theil auf dem untern liegt, indem sich die Grundfläche der Spitze nähert (alsdann heißen sie niedergebeugt oder rückwärts geneigt, folia reclinata, wie z. B. beim Tulpenbaume, Fig. 164, 1) oder so, daß sich die rechte Hälfte auf die linke legt, während das äußerste Ende und der Mittelnerve unbeweglich bleiben (doppeltliegende Blätter, folia conduplicata, z. B. die Eiche, Fig. 164, 2), oder daß sie eine gewisse Zahl mal nach Art eines Fächers zusammengelegt sind (faltig, plicata, z. B. der Ahorn, Fig. 163 f und 164, 3), was gewöhnlich längs ihrem Hauptnerven hin geschieht; zweitens gerollt; a) bei gerade bleibender Achse, entweder tutenförmig um sich selbst (zusammengerollt, convoluta, z. B. der Aprikosenbaum, Fig. 164, 4), oder an ihren beiden Rändern nach entgegengesetzter Richtung, die sich bald nach außen niederbiegen (zurückgerollt, revoluta, z. B. der Rosmarin, Fig. 164, 6), bald einwärts (eingerollt, involuta, z. B. das Veilchen, Fig. 164, 5), oder b) um ihre Achse von oben nach unten, wie ein Bischofsstab (kreiselnd, schneckenlinicht gerollt, circinnata, z. B. der Pillenfarn, Fig. 164, 7). Diese Modifikationen können bisweilen noch durch einander selber verwickelter werden, wie z. B. wenn ein gefalteter Saum auf seinen Blattstiel niedergebeugt ist, oder zusammengesetzt werden, wenn sich die Nebennerven in Beziehung auf den Mittelnerven biegen, wie sich dieser in Beziehung auf die das Blatt tragende Achse

161.

biegt. Dies beobachtet man häufig an den tief ausgeschnittenen Blättern z. B. bei den Farnkräutern, deren Ausschnitte krummstabähnlich, wie das ganze Blatt, gerollt sind, und vorzüglich an denen, welche wirklich zusammengesetzt sind.

Wenn wir jetzt die Blätter einer und derselben Knospe in Beziehung aufeinander betrachten, so sehen wir, daß sie erstens, wenn sie plan oder nur etwas convex sind, sich an ihren Rändern berühren, ohne sich zu bedecken (klappige Knospenlage, folia valvata, Fig. 164, 8), oder sich bloß an einem Theile ihrer Höhe bedecken (ziegeldachförmige Knospenlage, folia imbricata), und alsdann decken sie sich auch gewöhnlich an ihren Rändern nach der spiralförmigen Anlage, die sie später behalten sollen (spiralförmige Knospenlage, vernatio spiralis, Fig. 164, 9); zweitens wenn sie in sich selbst gefaltet sind, so berühren sie sich bloß an ihren gegenüberstehenden Rändern (Fig. 10), oder an ihren benachbarten Flächen (eingefaltete Knospenlage, vernatio induplicata, Fig. 164, 11), oder ein doppelt liegendes Blatt umfaßt vollständig ein anderes und reitet auf ihm (reitende Blätter, f. equitantia, Fig. 12), oder es nimmt auch wohl in seine Falte die Hälfte eines andern auf gleiche Weise gefalteten Blattes auf (zwischen gerollt, f. invicem equitantia seu obvoluta, Fig. 13). Alle diese Ausdrücke werden übrigens nicht ausschließend bei den Blättern in der Knospe angewandt, sie dienen auch zu Bezeichnung der analogen Art und Weise, und der Verhältnisse der Faltung oder des Zusammenrollens, in allen ebenen Pflanzentheilen, an welchem Theile und zu welcher Zeit man sie auch finden mag. Aber vorzüglich beobachtet man sie an den jungen Theilen, auch z. B. an denen der Blüte im Zustande der Knospe. Wir werden sie also später wieder finden, und es ist daher gut, sie im Gedächtnisse zu behalten.

Verästung.

§. 175. Natürlicher Weise können wir nach Abhandlung der Knospen uns mit der Verästung der Pflanze abgeben, weil sie aus der Entwicklung ihrer Knospen entspringt, die sich zu Zweigen verlängern,

161. 1—7. Blätter im Zustande der Knospenlage, einzeln betrachtet. — 1 und 7 nach einem Vertikalschnitte betrachtet; — 2, 3, 4, 5, 6 nach einem Horizontalschnitte; — 8—13 Vereinigung mehrerer verwandten Blätter einer und derselben Knospe nach einem Horizontalschnitte, der ihre relative Lage mit ihrer individuellen Knospenlage anzeigt. Bei allen diesen und den vorhergehenden Figuren ist der Mittelnerve durch eine größere Dicke des Schnittes und die Achse, welche die Blätter trägt, durch ein nebenstehendes Rund angedeutet.

wovon sich jeder seinerseits mit neuen Knospen bedeckt, die sich zu neuen Zweigen entwickeln und selbst wieder eine dritte Generation vorbereiten, auf welche eine vierte, fünfte u. s. w. folgen werden. Wenn man den Stamm primäre Achse nennt, so kann man secundäre Achsen die Zweige nennen, welche unmittelbar aus demselben entstehen; tertiäre diejenigen, welche aus den secundären hervorkommen u. s. w. Gewöhnlich bedient man sich der Wörter Aeste (rami) und Aestlein (ramuli), um diese aufeinander folgenden Unterabtheilungen zu bezeichnen, und da sie oft weit zahlreicher sind, so motivirt man diese Namen, deren Bedeutung nichts Strenges mit sich führt, durch Beiwörter oder auf irgend eine andere Weise, so daß man annäherungsweise angibt, welcher Theilungsstufe der Ast entspricht, den man meint. Es ereignet sich übrigens häufig, daß man diesen verschiedenen Ausdrücken eine ganz relative Bedeutung gibt, indem man zum Ausgangspunkte gerade nicht den Stamm, sondern eine Achse nimmt, die mehr oder weniger von demselben entfernt ist. Was man also Ast in den Herbarien nennt, würde in den meisten Fällen ein äußerst schwacher Zweig an dem Baumexemplare sein.

§. 176. Klar ist es, daß, wenn sich an der Achse eines jeden Blattes eine Knospe zu einem Aste entwickelte, die relative Lage der Aeste keine andere, als die der Blätter sein würde; sie würde nach einem größeren Maßstabe und auf eine fortdauernde Weise jene krumm- und geradlinichten Reihen zeigen, die wir bereits untersucht haben. An den krautartigen Pflanzen, bei denen die Zahl der Blätter und der Achsen nothwendig viel beschränkter ist, entwickeln sich gewöhnlich die meisten Knospen. Die Anordnung der Blätter und die Verästung reproduciren sich und zeigen sich sehr genau an; es ist aber eben so wenig selten, daß sich eine gewisse Menge winkelständiger Knospen gar nicht entwickelt. Dies ist auch bei den holzichten Pflanzen, deren längeres Leben eine vervollkommeltere Verästung mit sich führt, noch mehr der Fall.

Hierin liegt also die erste Ursache, welche die Anordnung der Aeste in Beziehung auf die der Blätter modificirt, nämlich die Unterdrückung einer gewissen Anzahl von Knospen. Eine zweite nachtheilige Ursache liegt in dem Hinzukommen einer gewissen Menge anderer Knospen, die sich an andern Punkten entwickeln können. Wir wollen nach der Reihe diese beiden Ursachen und ihre Wirkungen untersuchen.

§. 177. Wir haben im Vorhergehenden noch nicht von einer Knospe gesprochen, deren Dasein weit constanter, als das der seitenständigen Knospen in dem Blattwinkel der Blätter ist: dies ist die gipfelständige Knospe, die dazu bestimmt ist, die Achse, an deren Spitze sie entstanden ist, fortzusetzen (Fig. 162 bl). Das Knöspchen des Embryo war die erste Knospe. Wenn es die ganze Entwicklung erhalten hat, deren es fähig ist, wenn der Stamm an dieser ersten Gränze angekommen ist, so bildet sich an seinem Gipfel eine Knospe, welche gleichsam die Krone desselben ist. Nach einer gewissen Stillstandszeit, die in unserem Klima dem Winter entspricht, fängt diese Knospe an, sich zu entwickeln, steht nun ihrerseits ebenfalls stille und bereitet eine neue Knospe für das folgende Jahr vor. Der Stamm besteht demnach wirklich aus einer gewissen Anzahl von Aesten, die mit ihren Endächen aneinander stoßen; es müssen sich demnach an unsern dikotyledonischen Bäumen nach der Reihe die Zahl der Holzschichten, eine nach der andern, in dem Verhältnisse vermindern, als sie von unten nach oben betrachtet werden, und könnte man von außen den Trieb eines jeden Jahres von dem des vorhergehenden unterscheiden, so hätte man, so lange diese Verlängerung nicht stille steht, ein äußeres Mittel, das Alter des Baumes zu bestimmen.

Es gibt eine ziemlich große Anzahl von Pflanzen, bei welchen sich diese gipfelständige Knospe allein entwickelt, und alsdann findet keine Nebenverästung Statt: der Stamm ist einfach. Dieser Fall ist bei den dikotyledonischen Pflanzen sehr selten, obgleich er bei denselben bisweilen vorkommt, z. B. bei den Sagopalmenarten oder Melonenbäumen, deren Stamm sich nach Art einer Säule erhebt, die mit einem Büschel von Blättern gekrönt ist; bei den monokotyledonischen Pflanzen (Fig. 114 l) ist er aber häufig, und wir haben gesehen, daß diejenigen unter denselben, welche Bäume werden, fast in allen Fällen diese Gestalt annehmen; auch hat man, um ihr Alter zu erkennen, das Mittel vorgeschlagen, dessen wir soeben erwähnten. Wenn man auch gegen die Höhe des Stammes hin ringförmige Spuren findet, durch welche die auf einander folgenden Triebe angegeben werden, so haben sie sich gewöhnlich schon lange gegen den untern Theil des Stammes hin an den alten Bäumen verwischt. Uno überdies wissen wir noch nicht mit hinlänglicher Genauigkeit, ob in den von den unsrigen so verschiedenen und wintersreien Klimaten die Bildung eines jeden dieser Ringe einem Jahre oder irgend einem andern regelmäßigen Wiederumzeitzwischenraume entspricht.

§. 178. Wir wollen jetzt den Fall annehmen, wo sich die winkelständigen Knospen in größerer oder geringerer Menge, aber nicht alle entwickeln. Der Mangel der Entwicklung der andern kann unregelmäßig sein, und von lokalen oder individuellen Ursachen abhängen. Von der Seite also, wo die Pflanze eingeengt, des Lichtes beraubt, in einen schlechten Boden versetzt oder irgend einem andern ungünstigen Umstande unterworfen ist, werden ihre Knospen fehlschlagen, oder schlecht treiben, oder bald absterben. Es ist überflüssig, diese rein zufälligen Einflüsse hier in Betracht zu ziehen, welche, da sie nach allen Richtungen hin in allen Höhen wirken können, Pflanzen derselben Art so viele in die Sinne fallende Verschiedenheiten ausdrücken können. Bisweilen sieht man aber, wie mit einer auffallenden Regelmäßigkeit die Knospen fehlschlagen. So sind in den Tannen die sehr zahlreichen und gedrängten Blätter nach einer Spirallinie geordnet, und doch scheinen die Aeste quirlartig in ziemlich entfernten Zwischenräumen zu stehen. Dies rührt daher, daß in der Spirallinie der Blätter abwechselnd lange Reihen ohne Knospen, sodann mehrere Achselknospen aufeinanderfolgender Blätter vorkommen, und daß die Spiralwindungen, auf welchen diese stehen, einander zu nahe liegen, als daß man die Verschiedenheit der Höhen, auf welchen sich so jene Zweige, welche das Auge für kreisförmig hält, entwickeln werden, genau angeben kann. Bei den entgegenstehenden Blättern entwickelt oft nur eines derselben eine Knospe in seinem Blattwinkel; in dem darauf folgenden Paare entwickelt das Blatt der andern Seite eine: man hat also bei entgegengesetzten Blättern auf zwei Reihen wechselständige, zweizeilige Zweige, so z. B. an dem Burzeldorne; bei Paaren, die sich schief kreuzen, erhält man Zweige, die nach einer einzigen Spirallinie geordnet sind, wie z. B. an vielen Nelkenblumen. Ohne die Mannigfaltigkeit der Verbindungen, welche die Natur uns aufweisen kann, ausführlich zu untersuchen, ist es hier hinreichend, zu bemerken, wie bisweilen in einer Reihe von Organen, mehrere, die sich in Beziehung auf die andere in einem constanten Verhältnisse befinden, sich nicht zu entwickeln suchen, und wie dieses Gesetz, das wir übrigens in allen Theilen der Pflanze wiederantreffen, insbesondere auf die Verästung einen Einfluß haben müsse.

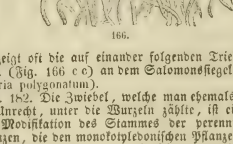
§. 179. Wir wollen jetzt annehmen, daß die gipfelständige Knospe fehlschlage, während sich die seitenständigen Knospen entwickeln: in diesem Falle wird

der Stamm kurz oder gar Null sein; die Pflanze wächst an den Seiten, entweder nach allen Richtungen oder vorzugsweise nach einer kleinen Anzahl von Richtungen hin, wenn Mißfälle stattfinden, die von einem jener constanten Verhältnisse herbeigeführet werden, von denen soeben die Rede war.

Hier müssen gewisse Modifikationen ihren Platz finden, wovon man mehrere gewöhnlich auf den Stamm bezieht, die aber alle wirklich nur von einer gewissen Veräußerungsweise abhängen. In den betreffenden Fällen hört der durch das Keimen des Embryo erzeugte Stamm nach einer gewissen Zeit auf, zu wachsen, und da er sich durch die Erzeugung einer gipfelständigen Knospe nicht verlängert, so übernimmt ein seitenständiger Ast, der gewöhnlich an seiner Grundfläche entsteht, seine Rolle, und die nachfolgende Erzeugung. Nun fängt der Stamm nicht immer zu ebener Erde an, er versenkt sich oft mehr oder weniger tief in dieselbe, und auf diese Weise kann der Ast, welcher ihn ersetzt, eben so gut in der Erde, als über derselben entstehen.

§. 180. Die Pflanzen, die gewöhnlich unter dem Namen der ausdauernden oder perennirenden (perennes) bekannt sind, befinden sich genau in diesem Falle. Im ersten Jahre sieht man einen Stamm hervorkommen, welcher ganz die nämlichen Phasen durchläuft, wie die einer einjährigen Pflanze, und der, wie diese, endlich aber bloß in seinem über den Boden hervorragenden Theile abstirbt; unter dem Boden aber fahren seine Wurzeln und sein mit einem oder mehreren Knospen versehener Stamm zu leben fort. So in die Erde vergraben, trotzen sie dem Winter und entwickeln sich bei ihrer Wiederbelebung im kommenden Frühlinge in eben so viele Stämme, die ihrerseits in das nämliche Leben gerufen werden. Diese Knospen haben gewöhnlich eine besondere Gestalt; ihre dicke und fleischige Achse verlängert sich sehr, bevor sie Blätter erzeugt; man hat ihr den Namen Stockknospe (turio) gegeben. Man kann Beispiele davon an den Pfingstrosen sehen, oder um eines anzuführen, das den meisten Lesern bekannter sein wird, an den Spargelspitzen in dem Zustande, wo man sie ißt.

§. 181. Die unterirdischen Aeste können sich, anstatt bis zum folgenden Jahre stillstehend zu bleiben, und bei ihrer Entwicklung an die Luft zu treten, unter der Erde verlängern. Wir haben anderswo gesehen (§. 113), daß die Stämme in dieser Lage gewöhnlich Adventivwurzeln treiben. Dies tritt auch bei unsern Aesten ein, und da sie auf diese Art mit Verlängerungen und Wurzelzasern schief oder horizontal unter dem Boden fortkriechen, so haben sie ganz das Aussehen einer Wurzel. Man nennt sie alsdann Wurzelstock oder Rhizom (rhizoma). Bald setzt der unterirdische Ast seinen Weg fort und treibt aus seiner nach oben gekehrten Fläche oder aus seinen Seiten Knospen, die sich vertikal erheben, sich entwickeln und sich über dem Boden entfalten; bald richtet er sich selbst auf und kommt an seinem in eine Knospe auslaufenden Ende an das Tageslicht, aber gewöhnlich erst alsdann, wann ein ihm ähnlicher und aus ihm entstandener Ast seine Stelle und seinen unterirdischen Gang eingenommen hat. Die nämliche Pflanze kann also einen großen Raum durchlaufen und sich weit von dem Platze entfernen, wo sie zu keimen und zu leben anfing. Eine auf der obren Fläche des Rhizoms bleibende Reihe von Narben zeigt oft die auf einander folgenden Triebe an; z. B. (Fig. 166 c c) an dem Salomonssiegel (Convallaria polygonatum).



166.

§. 182. Die Zwiebel, welche man ehemals, aber mit Unrecht, unter die Wurzeln zählte, ist eine andere Modifikation des Stammes der perennirenden Pflanzen, die den monokotyledonischen Pflanzen eigen ist. Dieser Stamm erzeugt in seinem unterirdischen Theile seitwärts eine dicke und im Mittelpunkte keilförmige Knospe, die mit mehr oder weniger zahlreichen Blättern bedeckt ist. Von diesen Blättern werden die äußeren, die nothwendig weiter unten eingefügt sind, an ihrer Scheide in Schuppen verwandelt und zeigen das, was wir mit dem nämlichen Namen an den in der Luft befindlichen Pflanzen belegt haben. Bald hüllt jede von diesen dünnen Blattscheiden die Grundfläche des Stammes (Fig. 167 e) vollständig ein, wie man dies an den Hyacinthen, den Safranpflanzen

167.

und an der Zwiebel sieht, nach welcher man im gemeinen Leben Zwiebelpflanzen alle diejenigen nannte, welche dieses Merkmal an sich tragen. Die Botaniker nennen eben diese Zwiebel häutig oder

165.

165. Theil des Rhizoms r von Scirpus palustris (weit kleiner als in der Natur); — fe, fe, Blätter, die auf dem Rhizom im Zustande von Schuppen liegen; — pa In der Luft befindlicher Theil der Pflanze, ihre beblätterten und Blüthe tragenden Aeste, die sich über den Schlamm erheben; — t Erdstäche über dem Rhizom.

166. Theil des Rhizoms r von Convallaria polygonatum: — b Schon zum Aste entwickelte Knospe an dem Ende des Rhizoms; — b' Knospe, die sich später entwickelt; — c c Narben, welche die Einfügung früherer Aeste, welche verwelkt und abgefallen sind, anzeigen.

167. Häutige Zwiebel von dem Lauche (Allium porrum) ganz gesehen 1, im Vertikalschnitte 2: — r Wurzeln; — p Fläche zwischen den Wurzeln und der zwiebeligen Ausbauchung; — e Schuppen oder niedere, modifizirte Blätter; — f obere, entwickelte, an ihrer Grundfläche abgeschnittene Blätter: — b Knospe in der Achsel einer Schuppe, welche bei ihrer Entwicklung eine neue Zwiebel bildet.

ſchaltig. Ein andermal findet man ſtatt dieſer häutigen Schalen, welche die ganze Knoſpe einhüllen, ſchmalere, ziegeldachförmige Anhängſel in großer Menge (Fig. 168 e) auf dem ganzen Umfange der Zwiebel, die man alsdann ſchuppig nennt, weil dieſe Anhängſel den Schuppen ſehr gleichen, von denen ſie ſich nur durch ihre fleiſchige Conſiſtenz unterſcheiden; die weiße Lilie iſt hierin ein ſehr paſſendes Beiſpiel (Fig. 168). Wieder ein andersmal findet man nur eine ſehr kleine Anzahl von Häuten und da alsdann die Maſſe der Zwiebel faſt ganz durch ihre ſehr ausgebauchte Achſe gebildet wird, ſo bezeichnet man ſie durch das Beiwort feſt (Fig. 169). An dem Blattwinkel der ſo verwandelten Blätter bemerkt man weit kleinere Nebenknoſpen, die man Brutzwiebel nennt und deren größere oder kleinere Zahl mit der Zahl der Blätter im Verhältniß zu ſtehen ſcheint. Von dieſen Knoſpen können ſich die einen auf der Zwiebel ſelbſt entwickeln, was bei einigen Pflanzen innerhalb mehrerer Jahre geſchieht; die Andern können ihrerſeits zu Zwiebeln werden und da ſie nur ſchwach an der Mutterzwiebel hängen, welche überdies einmal verfault, ſo machen ſie ſich gewöhnlich zu einer gewiſſen Zeit von derſelben los, und obgleich alle ſo gebildete Pflanzen urſprünglich zu dem nämlichen Stocke gehören, ſo ſind ſie doch ſpäter eben ſo viele verſchiedene Stöcke.

In den feſten Zwiebeln entwickelt ſich oft auf einer ihrer Seiten eine einzige Knoſpe (Fig. 169 a‴), welche die Geſtalt derſelben annimmt, von der ſie herſtammt und gleichfalls ſeiner Zeit eine Seitenknoſpe (a‴) treibt, die aber meiſtens nach dem Geſetze der Abwechslung der Blätter und der Knoſpen, auf der entgegengeſetzten Seite ſteht. Auf dieſe Weiſe wird jedes Jahr ein Stock erzeugt und wenn der

168. 169.

zweite rechts vom erſten hervorkommt, ſo kommt der dritte links vom zweiten, der vierte rechts vom dritten hervor, ſo daß man die Pflanze immer an dem nämlichen Platze antrifft und daß ſie bloß jedes Jahr abwechſelnd von der Rechten zur Linken und umgekehrt ſchwankt. Dies ſteht man ſehr deutlich an der Zeitloſe.

An jeder Zwiebel befindet ſich unter den Schalen ein kurzer plattenförmiger Raum (Fig. 167 p), auf deſſen unterer Fläche ſich die büſcheligen Wurzeln entwickeln. Da er zwiſchen den Blättern und den Wurzeln liegt, ſo wird er als der Stamm betrachtet; er muß aber mehr für den untern Theil eines Aſtes gehalten werden, weil er nichts Anderes iſt, als das Untere einer Seitenknoſpe; nur hat ſich dieſe Knoſpe losgemacht, ſie iſt gleichſam zu einem natürlichen Steckreis der Mutterpflanze geworden.

§. 183. Die ſeitenſtändigen Aeſte treten an die Stelle des Stammes, deſſen ſenkrechte Entwicklung inne hält, und da ſie auf dieſe Weiſe die Ausdehnung der Mutterpflanze in horizontaler Richtung hervorbringen, ſo können ſie über der Oberfläche des Bodens entſtehen. Dann gibt ihnen gewöhnlich den Namen kriechender Stamm. Sehr oft dünn und

170.

biegſam, durchläuft dieſer angebliche Stamm einen gewiſſen Raum, ohne Blätter zu erzeugen, oder er erzeugt nur von Weite zu Weite eine ſehr kleine Anzahl oder ſogar gewöhnlich höchſtens nur eines (Fig. 170 a‴ f), deſſen Knoſpe ſich entwickeln kann, aber häufig fehlſchlägt, ſodann endet er ſich in eine Roſette, deren Richtung von Natur aus nach oben geht (Fig. 170 r), unter dieſer Roſette erzeugen ſich nun Wurzeln, welche in die Erde gehen und aus der Achſel ihrer untern Blätter kommen neue Aeſte (a″) hervor, die ſich in einiger Entfernung auf gleiche Art endigen. Jedermann kennt die Organiſation der gemeinen Erdbeere (Fig. 170), der kriechenden Ranunkel und ſo vieler Pflanzen, denen man dieſen ſpecifiſchen Namen gegeben hat.

In den meiſten Fällen verwelken endlich dieſe Schoſſe, die man Peitſchenſproſſen (flagellum) nennt und treten aus ihrer Abgliederung, und die eingewurzelten Büſchel, durch welche ſie mit jenen verbunden wurden, werden endlich eben ſo viele abgeſonderte Stöcke. Die Gärtner ahmen dieſes Verfahren der Natur nach, wenn ſie eine Pflanze abſenken, das heißt, einen Aſt zur Erde niederbiegen, der, wenn er an einem gewiſſen Punkte nur leicht mit Erde bedeckt iſt, nach oben Blätter, nach unten Wurzeln treibt und auf dieſe Weiſe einen Stock bildet, der bald auf eigene Rechnung vegetirt und endlich abgelost wird.

Bei Fettpflanzen, deren Blätter einige Zeit zu ihrer Nahrung hinreichen können, hat man nicht nöthig zu warten, bis die auf dem Stoſſe erzeugte Roſette Wurzeln gebildet hat, um ſie abzulöſen und beſonders zu pflanzen. Man nennt Fortſatz (propagulum) dieſe Modifikation des Ausläufers.

§. 184. Allen vorhergehenden Fällen, an welchen wir ein ſo großes Streben der Knoſpen und ihrer Produkte erblickten, auf eine beſtimmte Weiſe von dem Mutterſtamme und von einander unabhängig zu werden, muß man noch die Modifikation der in der Luft befindlichen Knoſpe beifügen, die man unter dem Namen Knoſpenzwiebel oder Bulbill (bulbillus, das Diminutiv von bulbus, Zwiebel), kennt, mit welcher ſie auch wirklich die größte Aehnlichkeit hat. Sie bekommt zuerſt jene fleiſchige Conſiſtenz, die

168. Schuppige Zwiebel der weißen Lilie: — r Wurzeln; — r e Schuppen; — f abgeſchnittener Stamm.

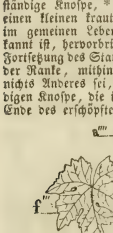
169. Feſte Zwiebel der Zeitloſe (Colchicum autumnale): — r Wurzeln; — f Blatt; — a‴ Primäre, ſchon verdorrte, dem vorhergehenden Jahre angehörige Achſe; — a″ ſecundäre Achſe oder zwiebelförmiger Jahresſtamm; — a‴‴ Punkt, wo ſich die des kommenden Jahres entwickelt.

170. Theil des Erdbeerſtockes: — a‴ Eine erſte Achſe, welche eine Blätterroſette r erzeugte; die oberen r ſind grün, die untern f unausgebildet. Aus der Achſel von einem derſelben iſt eine zweite Achſe a″ oder ein Stock hervorgekommen, das ſelbſt gegen ſeine Mitte ein unausgebildetes Blatt in f trägt und an ſeinem Ende eine Roſette r, die der erſten ähnlich iſt, woraus eine dritte Achſe a‴ entſteht.

jedem Organe oder jeder Gesammtheit von Organen eigen ist, die einige Zeit auf Kosten ihrer eigenen Substanz leben können. Ihre Schuppen sind in kleiner Anzahl und dick, und da sie bisweilen theilweise oder in ihren Gesammtheit mit einander verwachsen sind, so bilden sie eine einzige kleine Masse. Sie hängt nur sehr schwach an der Achsel des Blattes und löst sich endlich von demselben ab; sie kann so einige Zeit lang aufbewahrt werden, und bringt, wenn sie wieder gesteckt wird, die Pflanze wieder hervor, von welcher sie herstammte. Sie ist ein wahrer Uebergang zwischen der Knospe und dem Embryo. Die zwiebeltragende Lilie und das Zahnkraut liefern Beispiele dazu.

171.

§. 185. In allen vorhergehenden Fällen behält der Ast, dessen Bestimmung es ist, den Stamm fortzusetzen und vorzustellen, in Beziehung auf diesen seine seitenständige Lage. Es kann sich aber ereignen, daß er, selbst stärker als der Stamm, diesen auf die Seite wirft, indem er sich selbst aufrichtet, und dessen Platz einnimmt. Durch die relative Stellung der Theile bringt man es alsdann dahin, ihre wahre Natur zu bestimmen. Wenn man z. B. an der Weinrebe (Fig. 172) sieht, daß der Stamm von Weite zu Weite auf der einen Seite ein Blatt ohne winkelständige Knospe, ^{b} auf der andern, ohne Blatt, einen kleinen krautartigen und ästigen Zweig, der im gemeinen Leben unter dem Namen Ranke bekannt ist, hervorbringt, so darf man denken, daß die Fortsetzung des Stammes, der zwischen dem Blatte und der Ranke, mithin in der Achsel des ersteren liegt, nichts Anderes sei, als das Produkt der winkelständigen Knospe, die in ihrer kräftigen Entwicklung das Ende des erschöpften Stammes auf die andere Seite schob, das nun in Rankengestalt fehlschlug. Diese Anordnung wird in dem Ricinus oder in der amerikanischen Scharlachbeere dadurch noch anschaulicher, daß die Achse einer neuen Ordnung, welche den Stamm fortsetzen soll, dies nicht in gerader Linie thut, sondern ein wenig auf die Seite geworfen wird, so daß es keinem Zweifel unterliegt, daß sie der winkelständige Zweig ist. Bei diesen beiden Pflanzen, so wie bei vielen andern, findet man einen Blumenstrauß an der Stelle, welche die Ranke an der Weinrebe einnimmt und überdies ist diese Ranke nur ein fehlgeschlagener Blumenstrauß, den man an seiner Stelle da wieder erscheinen sieht, wo die Rebe blüht.



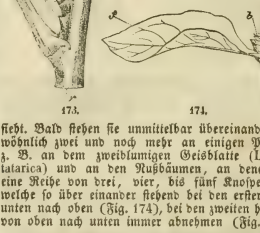
172.

§. 186. Wir haben so eben untersucht, wie die Verästung durch das unregelmäßige oder regelmäßige Fehlschlagen einer gewissen Anzahl gipfelständiger und winkelständiger Knospen modifizirt werde. Sie kann es auch noch durch die Versetzung derselben werden, wenn diese Knospen, anstatt sich in dem Blattwinkel zu entwickeln, in einer gewissen Entfernung von demselben vorkommen. Die Knospe oder der Zweig werden alsdann **außerwinkelständig** genannt. Diese Stellung kann von mehreren Ursachen, von dem vollständigen Fehlschlagen gewisser Blätter, oft auch von dem Verwachsen des Stammes entweder mit ihrem untern Theile, z. B. mit ihrem Blattstiele oder mit dem untern Theile des winkelständigen Zweiges, herrühren, so daß in dem ersten Falle die Knospe tiefer als das Blatt, und in dem zweiten höher als dasselbe gestellt zu sein scheint.

Durch derartige Betrachtungen konnte man sich gewisse Regelmäßigkeiten in der Blattordnung einiger Pflanzen, z. B. an vielen Nachtschattenarten, erklären. Wir können uns hier über diese seltenen Fälle nicht ausführlicher auslassen, auf die wir ohnedies anderswo, bei der Abhandlung über die Anordnung der Blüten, wieder kommen werden.

§. 187. Wenn die Verästung in Folge eines Fehlschlagens verschieden ist, so können in andern Fällen aus einer geradezu entgegengesetzten Ursache, durch die Vervielfältigung der Knospen, Abwechslungen eintreten.

So findet man bisweilen, jedoch sehr selten, außer der Knospe, welche gewöhnlich allein in der Achsel eines Blattes vorhanden ist, **Nebenknospen**, aus welchen man alsdann mehrere Aeste hervorkommen



173. 174.

sieht. Bald stehen sie unmittelbar übereinander, gewöhnlich zwei und noch mehr an einigen Pflanzen, z. B. an dem zweiblumigen Geisblatte (Lonicera tatarica) und an den Nußbäumen, an denen man eine Reihe von drei, vier, bis fünf Knospen sieht, welche so über einander stehend bei den ersteren von unten nach oben (Fig. 174), bei den zweiten hingegen von oben nach unten immer abnehmen (Fig. 173);

173. Theil eines Zweiges r vom Nußbaume mit dem Blattstiele p eines Blattes, dessen übriger Theil abgeschnitten wurde. In seiner Achsel mehrere über einander befindliche Knospen b, die um so entwickelter sind, je weiter sie oben stehen.

174. Theil eines Zweiges r von der **Lonicera tatarica** mit zwei entgegengesetzten Blättern, wovon das eine abgeschnitten, das andere stehen geblieben ist. In ihrer Achsel eine Reihe von übereinanderstehenden Knospen b, die um so entwickelter sind, je weiter sie unten stehen.

bald ſtehen ſie auf der nämlichen Horizontallinie, und alsdann ſcheint es, daß es außer der Knoſpe, welche der Grundfläche des Blattſtieles entſpricht, noch eine andere auf jeder Seite gebe, welche dem Nebenblatte entſpricht. Man kann ſie an den Weiden und den Pappelbäumen beobachten und dies iſt der Urſprung jener kleinen Aeſte, die einige Zeit lang paarweiſe auf den erſt gemachten Scheitern dieſer Bäume zu treiben fortfahren.

188. Die Vervielfältigung der Knoſpen rührt aber weit häufiger von denen her, wovon wir bereits einige Worte geſagt haben und die man adventiv oder latent nennt.

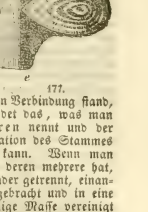
Alle zelligen Theile, die ſich auf dem Stamme nahe an ſeiner Oberfläche befinden, ſcheinen dazu geeignet, wenn irgend eine Urſache die Lebensthätigkeit in ihnen aufregt und durch einen größeren Zufluß von Säften die Materialien anhäuft, ſich zu Knoſpen zu organiſiren. Dieſe Erzeugniſſe können ſich aber, obſchon ſie gewöhnlicher auf dem Stamme vorkommen,

175. 176.

auch bisweilen auf andern Theilen, an den der Luft ausgeſetzten Wurzeln, an mehr oder weniger fleiſchigen Blättern, zeigen, und dies entweder auf dem Rande, wie z. B. in dem bryophyllum calycinum, der malaxis paludosa u. ſ. w. (Fig. 175), oder auf der Oberfläche ſogar, wie in dem ornithogalum thyrsoideum (Fig. 176). Man kann die Bildung von Adventivknoſpen durch einen Verband oder durch Wunden auf eine künſtliche Weiſe bewerkſtelligen, wodurch ein Zufluß der Säfte und das Aufſchwellen desjenigen Theiles, worauf man gewirkt hat, bewerkſtelligt wird.

Ihre Geſtalt unterſcheidet ſich natürlicher Weiſe von der Geſtalt der normalen Knoſpen. Sie haben weder die Dimenſionen derſelben noch jenes Syſtem von äußerlichen Blättern, die zu ſchützenden Schuppen modifizirt ſind, weil ſie nicht ein Jahr vorher vorbereitet und verwahrt waren, um einen Winter durchzumachen. In das Leben mitten in einer Vegetation voller Thätigkeit verſetzt, entwickeln ſie ſich unmittelbar und unaufhörlich; ſie erſcheinen gewöhnlich zuerſt in Geſtalt kleiner Auswüchſe, die nach einer größeren oder kleineren Verlängerung ſich mit Blättern bedecken. Die Geſtalt derer, die ſich bisweilen auf den Blättern ſelbſt zeigen, kann eher mit der Geſtalt der Bulbillen verglichen werden (Fig. 176).

§. 189. Es gibt auch einige, die, anſtatt ſich nach außen zu entwickeln, wie dies der gewöhnlichſte Fall iſt, in die Dicke des Rindenparenchyms eingeſchloſſen ſind und daſelbſt wachſen. Durchdrehen die dieſe ſonderbaren Körper, welche man beſonders in der Rinde gewiſſer dikotyledonicher Bäume, der Buche, der Pagebuche, der Ceder vom Libanon, in Geſtalt unregelmäßiger Sphäroide von holzichter Subſtanz finden kann, und die man in dieſem anfänglichen Zuſtande Knötchen nennen könnte, recht deutlich beſchrieben. In ihrem Mittelpunkte beſindet ſich das Mark, das auf allen Seiten von einer holzichten Schichte umgeben iſt, durch welche Markſtrahlen gehen und auf welcher ſich jedes Jahr eine neue Schichte dadurch abformt, daß ſie die frühere ganz überzieht (Fig. 177). Man hat ſogar fünfundzwanzig ſolcher Schichten gezählt. Dieſe holzichte Maſſe, die ſich nach allen Richtungen hin ausdehnt, kommt oft mit dem Holze des Baumes in Berührung, mit dem ſie vorher nur durch eine faſerige Verlängerung in Verbindung ſtand, verwächst mit demſelben und bildet das, was man im gemeinen Leben einen Knorren nennt und der alsdann an der doppelten Vegetation des Stammes und des Knötchens theilnehmen kann. Wenn man anſtatt eines einzigen Knötchens, deren mehrere hat, die an ihrer Spitze noch von einander getrennt, einander aber außerordentlich nahe gebracht und in eine dem Ausſehen nach ganz buckelige Maſſe vereinigt ſind, ſo nennt man dies einen Maſer. Das Knötchen kann mit einem Aſte verglichen werden, der ohne Blätter und Knoſpen zu leben fortgefahren hat, und der demnach nicht in die Länge, wohl aber und wahrſcheinlich auf Koſten der gut ausgearbeiteten Nahrung, welche ihm die Rinde, in der er ſteckt und vielleicht auch ſeine ſchwache Verbindung mit dem holzichten Körper lieſert, in die Dicke wachſen kann, der in dem einzigen Zwiſchenknoten, auf welchen er beſchränkt iſt, das Ganze der Jahresſchichten zeigt, die man an dem untern Zwiſchenknoten eines jeden gleichzeitigen Aſtes antrifft, der ſich endlich nach allen Richtungen hin entwickelt und in der Anordnung dieſer Schichten und in der Richtung der Strahlen die ſphäroidiſche Geſtalt ſtatt der cylindriſchen annimmt, weil er weder beſtimmte Grundfläche noch Gipfel hat. Manchmal kommt jedoch auf ſeiner äußeren Seite ein Zweig hervor, welcher ſich gewöhnlich nicht ſehr entwickelt und bald ſtehen bleibt, der aber hinreichend iſt, die Aehnlichkeit der Knötchen mit den Adventivknoſpen zu beweiſen.



177.

§. 190. Obgleich die von dem Stamme abhängigen Theile, die Aeſte, welche oft unter der Erde liegen, und alsdann mit Adventivwürzelchen bedeckt ſind, leicht für Wurzeln gehalten werden können, ein Irrthum, welcher lange Zeit geherrſcht hat, obgleich umgekehrt die Wurzeln, welche bisweilen von der Erde entblößt ſind und ſich alsdann durch die Entwicklung der Adventivknoſpen mit Laub bedecken können, einen Theil von dem in der Luft befindlichen Syſteme des Stammes auszumachen ſcheinen, ſo können wir jetzt in dieſen beiden Fällen, vermittelſt aller äußeren Kennzeichen, die wir bisher vorgetragen haben, mit Zuverläſſigkeit beſtimmen, was Stamm nebſt ſeinem Zugehöre und was Wurzel ſei. Den erſteren machen unſere Knoſpen kenntlich, die in der Achſel regelmäßig geſtellter Blätter vorkommen. Dieſe Blätter werden zwar an den unter der Erde begrabenen Aeſten, in ihrem Wuchſe, ihrer Geſtalt, ihrer Conſiſtenz und ihrer Farbe, mit einem Worte in ihrem ganzen Ausſehen, außerordentlich modifizirt; es ſind nämlich gewöhnlich Schuppen oder kurze und bräunliche Häute; ſelbſt dann aber, wenn ſie beinahe auf Nichts reduzirt ſind, zeigt die regelmäßige Anordnung der Knoſpen und ihre Natur, daß man keine wahre Wurzel vor ſich habe, ihre Abweſenheit hingegen, daß man es mit einer Wurzel zu thun habe. Wenn eine Wurzel von Weite zu Weite aus dem Boden neue Stocke treibt, ſo kann man auf dieſe Weiſe erfahren, ob ſie aus ihren ſecundären Wurzeln, die horizontal fortlaufen und Adventivknoſpen aus dem Boden treiben

175. Ende von einem Zweige f der Malaxis paludosa, deren ganzer Rand mit Bulbillen b b bedeckt iſt.

176. Zweig von dem Stamm des Blattes f des Ornithogalum thyrsoideum, auf deſſen Oberfläche ſich Adventivknoſpen oder Bulbillen b b b entwickelten, die ſchon mehr oder weniger ausgebildet ſind.

177. Senkrechter Schnitt eines Knötchens n von Cedernholz, das in die Rinde e eingedrungen iſt, aufſteigt, deren es einen Vorſprung bildet.

oder aber von Aesten herkommen, die unter der Erde befindlich sind, die einen ähnlichen Gang einschlagen und die regelmäßig auf ihrem Wege Knospen treiben.

Das Problem wird bisweilen durch die Veränderungen der Gestalt und der Natur, welche der unterirdische Ast unter dem Einflusse des Mittels, in welchem er vegetirt, erlangt, verwickelter; er wird kürzer, dicker und durch die außerordentliche Vervielfältigung der stärkemehlhaltigen Zellen, die beinahe seine ganze Masse ausmachen, fleischig. Aber auch alsdann ist die Lösung vermittelst des bereits Gegebenen möglich. Wir wollen ein Beispiel nehmen, das gewiß allen unsern Lesern bekannt sein wird, den Erdapfel (Fig. 178 T).

178.

Oberfläche ist mit kleinen Höckerchen übersäet, die man Augen (b) nennt, die anfänglich in der Achsel von kleinen, später abfallenden Schuppen stecken und mit einer gewissen Regelmäßigkeit, gewöhnlich spiralförmig geordnet sind. Diese Augen entwickeln sich zu Aesten, wenn das Höckerchen in günstige feuchte Umstände kommt, und beim Grünen dem Lichte ausgesetzt wird. Wir fühlen uns zu der Erklärung veranlaßt, daß diese Augen normalerkannt

spen sind, und der Erdapfel ist demnach ein Ast. Diese Behauptung, welche bei dem ersten Anblicke sonderbar vorkommt, wird jedoch durch das tägliche Verfahren der Gärtner bestätigt, welche durch das Anpäufeln der Pflanze, d. h. durch das Vergraben ihres untern Theiles, die Zahl der Höckerchen durch Verwandlung der vergrabenen Knospen in Erdäpfel vervielfältigen. In regnerischen und trüben Jahrgängen sieht man, wie diese Verwandlung von selbst und gradweise in freier Luft vor sich geht; wie sich die winkelständigen Zweige verdicken und sich durch Verkürzung abrunden und man kann alle Uebergänge zwischen dem Aste und dem Knollen erhalten. Bei dem ersten Anblicke scheinen die Dahleenknollen denen der Erdäpfel ganz gleich zu sein, sie haben aber weder Schuppen noch Augen; es sind Ausbauchungen ächter Wurzeln.

§. 191. Wir haben die verschiedenen Verästungsarten unterlucht; wir haben gesehen, daß die relative Stellung der Zweige die der Blätter reproducire, wenn eine Entwicklung von eben so vielen winkelständigen Knospen stattfindet, daß sie aber gewöhnlich entweder durch das Fehlschlagen einer gewissen Anzahl derselben oder der gipfelständigen Knospe oder im Gegentheile durch ihre Verrückung oder Vervielfältigung, wozu vorzüglich die Adventivknospen beitragen, modificirt werde. Man hat also eine große Menge möglicher Verbindungen, die dem Aussehen der Pflanzen eine außerordentliche Mannigfaltigkeit verleihen müssen. Es ist klar, daß der unterirdische Theil der Verästung nur mittelbar auf dieses äußere Aussehen einen Einfluß ausübe, daß man durch sie eine mehr oder minder große Anzahl ähnlicher und mit dem ersten verbundener Pflanzenstücke erhalte, die aber von demselben abgesondert zu sein scheinen und es oft selbständig werden; daß die Entwicklung dieser unterirdischen Knospen äußerlich genau die nämlichen Resultate mit sich führt, welche das Keimer einer gewissen Anzahl ausgestreuter Körner von der nämlichen Pflanze haben würde.

§. 192. Lassen wir also diese Klasse bei Seite und beschäftigen wir uns bloß mit den Fällen, wo die Zweige einer und derselben Pflanze äußerlich und auf eine sichtliche Weise aneinander hängen. Der Stamm kann sich in seiner aufsteigenden Richtung durch sich selbst stützen. Wenn er etwas beträchtliche Dimensionen erlangt, so unterscheidet man an demselben den Stamm oder den untern, blätterlosen Theil; und den Gipfel oder das Haupt, den obern, mit Blättern bedeckten Theil. Diese Nacktheit des Stammes ist entweder total und entspringt aus dem Fehlschlagen aller winkelständigen Knospen, wie wir zum Beispiele an den Palmbäumen gesehen haben, für deren Stamm einige Botaniker den besondern Namen Schaft (stipes) vorschlagen; oder sie ist durch die unvollständige Entwicklung der niederern Knospen und häufiger durch den mehr oder weniger späten Abfall der Aeste, die sie hervorgebracht haben, nur theilweise. Wir wollen hier bemerken, daß die meisten unserer Bäume dieses Aussehen der Bemühung des Menschen verdanken, der frühe die untern Aeste von denselben abschneidet; ein andermal sind es dagegen die oberen Aeste, die des Gipfels, welche regelmäßig gefällt wurden, so daß der natürliche Wuchs der Bäume ganz verändert ist. Die Ulmen an unsern Heerstraßen, die Weiden auf unsern Wiesen können als Beispiele der Veränderungen angeführt werden, die durch diese beiden Verstümmelungen nach entgegengesetzten Richtungen hervorgeführt werden: es wird schwer, an denselben die Ulme und die Weide zu erkennen, wie sie die Natur hervorbrachte. Es versteht sich von selbst, daß, wenn wir hier von dem äußerlichen Aussehen der Pflanzen sprechen, wir sie nur in ihrem natürlichen Zustande und ohne die Dazwischenkunft der Gartenscheere und des Beils betrachten.

§. 193. Eine Pflanze scheint bisweilen mehrere Stämme zu haben, weil ihre untern Aeste, die zu ebener Erde oder fast unter dem Boden hervorgekommen sind, eine Entwicklung angenommen haben, welche der primären Achse, aus der sie entstehen, gleich ist, und weil sie beinahe in der nämlichen Richtung aufgewachsen sind; man sagt alsdann, die Pflanze sei vielstengelig (multicaulis). Die Kunst benützt oft diese seitenständige Aeste, die zu ebener Erde anfangen, und demnach mit Adventivwurzeln versehen sind, um sie, so wie sie erscheinen, heraus zu nehmen, und eben so viele besondere Pflanzen durch das Versetzen derselben zu bilden; man nennt sie alsdann Stammreiser oder Stöcklinge (surculi). Da jeder von diesen Stämmen seinerseits, ohne sich von dem gemeinschaftlichen Stocke, zu welchem sie gehören, loszumachen, andere hervorbringen kann, so begreift man leicht, wie weit sich ein solcher Kreis ausdehnen könne. Es ist glaublich, daß dies der Ursprung einiger berühmter Stämme, wie der des Kastanienbaums auf dem Aetna ist, der auch der hundertpferdige genannt wird, weil wirklich seine Höhlung im Mittelpunkte so viele Pferde fassen kann. Wenn man durch die benachbarten Wälder geht, so sieht man, daß es daselbst gebräuchlich ist, die alten Kastanienbäume, welche man fällt, zu ebener Erde zu fällen, und daß die Fläche des mit allen seinen Wurzeln im Boden gebliebenen Baumes bald ringsherum kräftige Sprößlinge treibt, welche sich verflechten, sich gegenseitig pfropfen können, und wovon mehrere zusammengenommen, die nun ihrerseits große Bäume geworden sind, vielleicht in ihrer Gesammtheit und im Verlaufe der Jahrhunderte einen Baum ausmachen, der dem hundertpferdigen Kastanienbaume ähnlich ist. Die Gestalt desselben, mit den großen Lücken in seinem Stamme, durch welche man in den großen leeren Raum, der sich in

178. Unterer Theil eines Erdapfelstockes: — *pa* sein in der Luft befindlicher Theil oder Stämme mit Blättern; sein unterirdischer Theil oder Höckerchen — Man hat eines von ihnen *T* größer gezeichnet, an welchem man die Augen oder Knospen *b* sieht, die noch von Blättern verhüllt sind, die im Schuppenartigen Zustande eine regelmäßige Anordnung haben; — *ss* Erdoberfläche.

seiner Mitte befindet, hineingehen kann, scheint diese Bildungsweise anzuzeigen. Aehnliche Formen bei mehreren unter den großen Bäumen, die man anführt, konnten auf die nämlichen Schlüsse leiten; bei dieser Voraussetzung hätte man aber alsdann eher eine in der Erde anfangende Afterdolde, als einen eigentlichen Stamm!

§. 194. Im Allgemeinen müssen die Dicke und die Höhe des Stammes nach der Theorie in geradem Verhältnisse mit dem Alter stehen, und könnten dazu dienen, es für alle Bäume zu berechnen, von denen man ungefähr weiß, um wie viel sich in einer gegebenen Zeit die verschiedenen Dimensionen vergrößern. Man kennt eine gewisse Anzahl Bäume von außerordentlichem Wuchse, deren Ursprung auf mehrere Jahrhunderte zurückgeht, oder wenigstens ganz in Tradition gehüllt ist. Die meisten sind dikotyledonische Pflanzen, und unter diesen Linden-, Adamsfeigenbäume, Kastanien-, Eibenbäume; im Oriente Platanen, Feigenbäume und Cedern; unter den Wendekreisen Affenbrodbäume und mehrere andere Arten, die gleichfalls zur Familie der Bombaceen gehören; unter ihnen spielen auch monokotyledonische Pflanzen eine Rolle, zum Beispiele der Dragonier von Orotava auf den canarischen Inseln. Ihr Umfang ist nothwendig nach den Individuen und nach den Arten verschieden; man führt einige an, bei welchen der Umfang etwas mehr oder weniger als 30 Meter beträgt; eine ziemlich große Anzahl derselben hat mehr als die Hälfte oder das Drittel derselben. Diese seltenen Riesen dürfen und aber hier nicht aufhalten.

§. 195. Unter den holzichten Pflanzen von gewöhnlichem Wuchse hat man nach den Gränzen, die er gewöhnlich erreicht, verschiedene Klassen angenommen, denen man besondere Namen und besondere Zeichen gibt: so nennt man Baum (arbor) diejenige Pflanze, welche den Wuchs des Menschen mehreremale übertrifft; gibt aber bisweilen das Diminutiv Bäumchen (arbuscula) denjenigen, welche denselben nicht fünfmal übertreffen; Strauch (frutex) diejenige, die ihn nicht dreimal erreicht, und sich gleich unten verästet; für die nicht einmal so großen hat man den Ausdruck kleiner Strauch (fruticulus). Halbstrauch (Staude) (suffrutex) ist diejenige Pflanze, welche eine Armslänge nicht übertrifft. Ist der Strauch niedrig und gleich unten sehr ästig, so ist es ein Gesträuch (dumus, dumetum). Die Beiwörter baumähnlich (arborescens); strauchartig und kleinstrauchartig (fruticosus und fruticulosus), halbstrauchig oder staudig (suffruticosus) gesträuchartig (dumetosus) werden von diesen verschiedenen Hauptwörtern abgeleitet und bedürfen keiner Erklärung.

§. 196. Ein andermal trägt sich der Stamm nicht selber, und muß sich auf andere Körper stützen: geschieht es auf der Erde, so nennt man ihn liegend, niederliegend (procumbens); geschieht es auf einem selbst gerade stehenden Körper, so heißt er kletternd oder klimmend (scandens). Bei dem Klettern behält er bald seine geradlinichte Richtung, fast ganz bei, wie z. B. der Epheu, der in seiner ganzen Berührungsfläche kleine wurzelförmige Verlängerungen treibt, mit denen er sich an der Fläche anhängt, die ihn trägt; bald windet er sich um seine Stütze, erhält den Namen windend oder gewunden (volubilis) und beschreibt oft Spirallinien, die von der Linken zur Rechten (dextrorsum), wie bei dem Hopfen, bald von der Rechten zur Linken (sinistrorsum), wie bei der Heckenwinde oder bald in der einen, bald in der andern Richtung gehen und oft unregelmäßig und von Zwischenräumen unterbrochen sind. In unseren kalten oder gemäßigten Klimaten sind die meisten kletternden Stämme krautartig, obgleich einige holzicht und sogar im Stande sind, ziemlich bedeutende Dimensionen zu erlangen, wie zum Beispiele das Geisblatt, die Waldrebe und besonders der Weinstock; ihren Aesten gibt man alsdann den Namen Wurzelranke (sarmentum). Sie haben Aehnlichkeit mit den Lianen, welche unter den Wendekreisen in Menge vorkommen, und wovon wir schon zu sprechen Gelegenheit gehabt haben (§. 85). Diese Lianen, welche sich bald spiralförmig um die höchsten Stämme winden, bald in gerader Linie von dieser ganzen Höhe zur Erde oder von einem Aste zum andern herabhängen, gehen von Baum zu Baum, verbinden diese unter sich, erstücken sie bisweilen. Auf diesem ungeregelten Gange, welcher sich jeder strengen Beschreibung entzieht, durchlaufen sie oft sehr lange Räume, ohne Blätter zu erzeugen, ohne sich zu verästen, und die Reisenden konnten das Laubwerk und die Blüten, welche von diesen sonderbaren Stämmen, die sie von allen Seiten umgaben, herabhängen, nie genug betrachten.

§. 197. Die Verästung äußert auf die allgemeine Haltung der Pflanzen noch einen andern Einfluß, als den, mit dem wir uns bisher beschäftigt haben, nämlich den der Entwicklung einer gewissen Anzahl von Knospen, die auf eine besondere Weise liegen. Bedarf es wohl einer Erklärung, wie die Richtung, die Consistenz, die relative Länge der Aeste und Zweige durch ihre Mannigfaltigkeiten das äußerliche Aussehen der Pflanzen modifiziren? Die Aeste entstehen aus dem Stamme und die Zweige aus den Aesten unter einem, bisweilen sehr spitzigen, bisweilen rechten, gewöhnlicher aber etwas weniger offenen Winkel: sie sind gerade (recti) in dem ersten Falle; abstehend (patentes) in dem zweiten Falle, und müssen demnach in den beiden Fällen ganz verschiedene Gipfel bilden, so z. B. die Gipfel einer Cypresse oder einer italienischen Pappel im Vergleiche mit denen einer Ceder oder einer Eiche. An einigen Bäumen, die man Thränenbäume nennt, haben die Aeste eine Richtung, welche die umgekehrte von der gewöhnlichen ist, indem sie sich gegen die Erde beugen, entweder weil sie lang und schwach durch ihre eigene Schwere herabfallen, wie an der Thränenweide (hängende Aeste, rami penduli), oder weil sie bei einer ziemlich großen Steifheit sich gleich bei ihrem Entstehen rückwärts kehren (rückwärts gekehrte Aeste, r. retroversi) wie bei der Esche und der Sappora. Die abstehenden Aeste, welche bisweilen dem Boden gleich hervorkommen, ohne daß der Stamm eine senkrechte Richtung annimmt, kriechen auf diese Weise auf der Erde fort, die sie bei ihrer Verästung gleichsam mit einer Art Rasen überziehen. Man kann diese Eigenthümlichkeit benützen, indem man eine von diesen Arten, welche diese Eigenschaft besitzen, auf eine verwandte hochstämmige Art propft, zum Beispiele den mespilus linearis auf die oxyacantha oder den Weißdorn. Da der erstere aus dem Gipfel des zweiten hervorkommt, so kriecht er in der Luft, wie er es auf dem Boden gethan hätte, und bildet auf diese Weise dichte und zierliche Sonnenschirme; Beispiele davon kann man in einer Allee des Jardin des Plantes zu Paris sehen. Wir wollen noch den cotoneaster buxifolia anführen, welcher das Besondere an sich hat, daß er an einem Abhange diesem immer von oben nach unten folgt, anstatt sich nach allen Richtungen hin auszubreiten.

Die relative Länge der Aeste muß dem allgemeinen Aussehen bedeutende Mannigfaltigkeit verschaffen. Jahren die niedrigsten, die auch zuerst gebildet wurden, fort, sich in dem nämlichen Verhältnisse zu verlängern, so werden die oberen immer kürzer, je weiter man in die Höhe kommt, und das Ganze bekommt die Gestalt eines Konus oder einer Pyramide, z. B. die Tannen: übertreffen die in der Mitte befindlichen die unteren, so bildet der Gipfel eine Kugel

oder einen eiförmigen Körper, z. B. der Roßkastanienbaum; erhalten die oberen die größte Entwicklung, so ist ihre Gestalt sonnenschirmförmig, z. B. die italienische Fichte (pinus pinea.) Wir führen nur hier die äußersten Formen an, zwischen welchen man alle Zwischenformen beobachten kann.

§. 198. Um in einige Zeilen alles Vorhergehende zusammen zu fassen, so haben wir als eigentlichen Stamm den Theil betrachtet, der bei den kotyledonischen Pflanzen aus dem Auge des Keimens durch die Entwicklung des Knöspchens, als demjenigen Theil der primären Achse entspringt, der sich immer senkrecht gegen den Himmel hinkehrt, in geradezu umgekehrter Richtung mit dem andern Theile, dem Würzelchen, das in die Erde hinab geht. Diese senkrechte Richtung kann nur in Folge mechanischer Hindernisse eine Abweichung erleiden, oder, was den Stamm anbetrifft, durch seine Schwäche, welche ihn, während er dem Gesetze der Schwere gehorcht, gegen den Boden hinzieht. Bald verlängert sich dieser Stamm auf unbestimmte Weise in der nämlichen Richtung, vermittelst gipfelständiger Knospen, die sich hinter einander bilden und entwickeln, bald bleibt er früher oder später durch das Fehlschlagen einer dieser Knospen stehen; und wenn die Pflanze fortfährt, sich auszudehnen, so geschieht es durch seitenständige Sprossen, und demnach durch eine secundäre Achse, die sich an die Stelle der primären setzt. Die auf diese Weise substituirte Achse kann die nämliche senkrechte, oder bisweilen eine schiefere und sogar horizontale Richtung entweder auf der Oberfläche des Bodens, oder unter demselben erhalten; in diesen letztern Fällen rührt dies daher, daß der eigentliche Stamm bald stille gestanden ist, indem er durch eine, neben seiner Grundfläche liegende Knospe ersetzt wurde. Wir halten also die kriechenden oder unterirdischen Stämme nur als Phänomene der Verästung zu betrachten.

Unter den dikotyledonischen Pflanzen trifft man die größte Anzahl ächter Stämme an, die in den Bäumen die größte Entwicklung erreichen, deren sie fähig sind, die über dem Boden reichlich verästet sind, und die nach ihrer ersten kräftigen Entwicklung in den Jahresyflanzen mit dem Leben des Individuums aufhören. Die perennirenden Pflanzen liefern uns das Beispiel seitenständiger und paralleler Substitutionen. Diese Substitutionen beobachtet man bei der Mehrheit der monokotyledonischen Pflanzen, die meistens perennirend sind; bei diesen findet man fast lauter Beispiele von Zwiebeln und Rhizomen. Wenn der eigentliche Stamm bei denselben eine große Entwicklung erreicht, so geschieht dies gewöhnlich ohne Verästung.

Bei dieser ganzen Musterung haben wir die akotyledonischen Pflanzen bei Seite gelassen, deren Embryo kein Knöspchen zeigt; denn der Stamm, wenn wirklich einer da ist, entwickelt sich nicht durch das Keimen, sondern nachher. Unter ihnen allein kann man ächte unterirdische Stämme annehmen, wie bei den nicht baumähnlichen Farnkräutern und den Wasserlinsenarten. Verästet sich der Stamm, so geschieht es, seine Richtung mag sein, welche sie will, vertikal oder horizontal, durch eine doppelte gipfelständige Knospe, durch eine Art von Zweigablichkeit.

Blütenstand.

§. 199. Der Stamm oder seine mehr oder minder vielfachen Verästungen tragen an ihrem Ende die Blüten. Jede Blüte kann mit einer Rosette von Blättern und demnach mit einer Knospe verglichen werden. Diese neuen Blätter unterscheiden sich mehr oder weniger von den bisher untersuchten, durch ihre Gestalt, ihre Farbe und durch einige Punkte ihres innern Baues; sie unterscheiden sich überdies auch noch dadurch, daß sie in ihrer Achsel niemals neue Knospen tragen; das, was die Blüte ausmacht, ist also wesentlich gipfelständig; sie ist das letzte Glied der Verästung. Man nennt Blütenstand die Anordnung der Blüten auf dem Zweige; seine Untersuchung muß also unmittelbar auf die der Verästung folgen, weil er das wahre Ende derselben ist. Die Vegetation der mit Blättern versehenen Aeste, wird auf eine unbestimmte Weise durch die Erzeugung neuer Knospen fortgesetzt, wenn sie der Tod, das Fehlschlagen oder irgend eine fremde Ursache nicht aufhält. Die Vegetation eines Astes, der eine Blüte an seiner Spitze trägt, hört an dieser gipfelständigen Knospe von einer neuen Art, und die keine andere Knospe hervorbringt, natürlicher Weise auf.

179.

§. 200. Bald entwickelt sich eine einzige Blume f unmittelbar an dem Ende des Stammes oder der primären Achse (Fig. 179 a') bald geschieht es an dem Ende einer secundären a'', tertiären Achse a''' oder von einer andern Ordnung a''''. Die Blätter, welche unter ihr liegen, haben ihre Natur beibehalten; bisweilen modifiziren sie sich auch, in ihrer Form und in ihrer Farbe, ohne in ihrer Achse irgend eine Knospe, sei sie nun blattartig oder blütenständig hervorzubringen. In allen diesen Fällen sagt man, die Blüte sei einzeln, oder einzeln stehend.

§. 201. In den meisten Fällen kommen aber aus der Achsel dieser so modifizirten Blätter Zweige hervor, die theils nackt sind, theils Blätter tragen, die selbst wieder auf eine ähnliche Weise und in einem höheren Grade modifizirt sind und sich in eine Blüte endigen. Diese Verästung oder Verzweigung kann sich mehr oder weniger oft wiederholen, und man bekommt auf diese Weise eine Gruppe von Blüten, die mit ihren modifizirten Blättern untermengt sind, eine Gruppe, die sich deutlich von dem ganzen Theile der Pflanze, welche ächte Blätter trägt, unterscheidet, und die man auch den Blütenstand nennt. Dieser letztere Ausdruck hat also zwei Bedeutungen, in welchen wir ihn in Zukunft anwenden können; einmal bedeutet er die Stellung und Anordnung der Blüten, das anderemal eine Gesammtheit von Blüten, die nicht durch eigentliche Blätter von einander getrennt sind.

§. 202. Bei dieser Gruppe von Blüten nehmen die verschiedenen Theile mit ihrem neuen Aussehen auch neue Namen an; die modifizirten Blätter, die man oft blütenständig nennt, erhalten den Namen Deckblätter (Fig. 183, b b b). Die Zweige, welche nur Deckblätter und Blüten tragen, werden Blütenstiele (a' a'') genannt. Bei den verzweigten

179. Ein Stod vom knolligen Hahnenfuß (Ranunculus bulbosus). Man sieht seine Achse a an ihrer Grundfläche in eine Zwiebel b ausgedehnt, aus welcher unten Wurzeln und oben Warzelblätter hervorkommen, und die sich an ihrem Ende in eine entfaltete Blume f endigt. Gegen ihre Mitte trägt sie ein Blatt, aus dessen Achsel eine secundäre Achse a'' hervorkommt, die sich in eine Blume f', die minder vollkommen als f ist, endigt; — a'' trägt ein Blatt und eine tertiäre Achse, die sich in eine Knospe f''' endigt und a'''' ein viertes, kaum entwickeltes Blatt, in dessen Achsel man eine andere noch weniger entwickelte Knospe bemerkt, deren Achse noch nicht angefangen hat, sich zu verlängern.

Gruppen unterscheidet man unter diesen die letzten Zweige, nämlich die, wovon jeder unmittelbar eine Blüte trägt, durch den Namen Blütenstielchen (a‴ a‴). Oft haben die letzten Deckblätter keine Zweige an ihrer Achsel, und man kann auch Blütenstielchen antreffen, die unter der Blüte mit mehreren kleinen Deckblättern versehen sind, die man in den Naturbeschreibungen durch das Diminutiv Deckblättchen bezeichnet. Da ihre Natur augenscheinlich die nämliche, wie die der andern ist, und da man in einigen Fällen sieht, wie sich Blüten auch in ihrer Achsel entwickeln, so daß das auf diese Art mit Blüten überladene Blütenstielchen aufhört, Eines zu sein, so ist es besser, diesen Namen für den letzten Zwischenknoten des blütentragenden Blütenstiels aufzusparen, und das Blütenstielchen wird nicht bloß durch die Blüte, die daselbe beendigt, sondern auch durch die Abwesenheit jedes Deckblattes charakterisirt.

§. 202. Wenn wir einen Blütenstand zu beschreiben haben, so müssen wir zuerst seine Verhältnisse zu den übrigen Theilen der Pflanze, zu den eigentlichen Blättern, angeben; er wird aus der Achsel von einem von diesen hervorkommen oder einen Zweig beendigen; er wird winkelständig oder gipfelständig sein, mehr oder weniger hoch auf der Pflanze liegen, indem er sich von seinem beblätterten Theile in einer größeren oder geringeren Ausdehnung losmacht u. s. w. Wir werden ihn sodann unabhängig von dem übrigen Theile der Pflanze und in dem Verhältnisse seiner verschiedenen Theile an und für sich untersuchen. Indem wir ihn ferner als ein abgesondertes Ganzes behandeln, werden wir an demselben Primärachse den gemeinschaftlichen Blütenstiel nennen, den die Schriftsteller oft Spindel genannt haben, nämlich denjenigen, woraus alle andern entspringen, und diese Letztere sodann secundäre, tertiäre Achsen u. s. w. nach der Ordnung, in welcher sie erscheinen. Nun findet man die meisten Modifikationen, welche uns die Verzweigung der Achsen, welche Blätter tragen, gezeigt hat, in der Verzweigung der blütentragenden Achse wieder, jedoch mit dem Unterschiede, den man nicht aus dem Gesichte verlieren darf, daß sich nämlich bei den ersteren jede Achse durch die Erzeugung von gipfelständigen Knospen unbestimmt fortsetzt, und nur bei ihrer Unterdrückung stille steht, daß bei den zweiten hingegen die Erzeugung einer Blüte diese Fortsetzung unterbricht, und daß, wenn sich keine Blüte zeigt, um sie zu beendigen, sie eigentlich in die Klasse der ersteren gehört.

§. 204. Die primäre Achse des Blütenstandes kann sich also erstens in eine Blume endigen; in diesem Falle bleibt sie da stehen und der Blütenstand fährt fort, sich nun vermittelst der secundären Achsen, welche, da sie ihrerseits durch die Erzeugung einer gipfelständigen Blume begränzt sind, stehen bleiben, sodann vermittelst tertiärer Achsen u. s. w. auszudehnen; sie kann zweitens durch die Erzeugung der Blüte, welche entweder bloß die secundären oder tertiären Achsen u. s. w. begränzt, in ihrer Verlängerung nicht aufgehalten werden.

Daraus entspringen zwei große Klassen von Blütenständen, die bestimmten oder begränzten und die unbestimmten oder unbegränzten; die ersteren sind diejenige, wo die primäre Achse unmittelbar eine Blüte trägt; die zweiten, wo sie nur mittelbar an dem Ende der Achsen von einem niederern Range Blüten trägt.

Wir haben also hier die zwei großen Modifikationen, die wir bereits bei der Verästung des Stammes angegeben haben, und wir wollen die nämliche Analogie bei den secundären Verzweigungen beobachten, welche gleichfalls von der Zahl, wie oft sich die Achse verzweigt, bevor sie sich endigt, von der relativen Länge dieser Achsen verschiedener Ordnungen, von dem regelmäßigen Fehlschlagen einer gewissen Menge derselben u. s. w. abhängen.

Diese Betrachtungen, die man vorzüglich Royer verdankt, haben es möglich gemacht, etwas strenger in der Definition der Blütenstände zu sein, welche früher zu oft unbestimmt und verworren war. Mit Beibehaltung der früher angenommenen Wörter und mit dem Streben, ihnen so viel als möglich ihre anfängliche Bedeutung zu lassen, hat man sich genöthigt gesehen, sie in etwas zu ändern, um sie bestimmter und genauer zu machen. Wir wollen also diese Wörter erklären, indem wir nach der Reihe die beiden Klassen von Blütenständen, welche wir kennen gelernt haben, untersuchen.

Unbestimmte Blütenstände.

§. 205. Wir nehmen eine verlängerte, primäre Achse ohne Blüte.

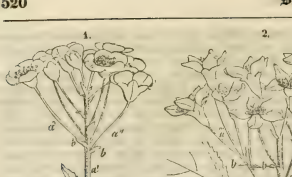
Von den secundären Achsen kann sich jede in eine Blüte endigen und in diesem Falle bleibt bei ihnen der Blütenstand stehen. Wenn sie alsdann beinahe von gleicher Länge sind, so hat man das, was man eine Blütentraube (racemus) nennt (Fig. 180).

Ein andermal endigen sich alle secundäre Achsen, oder bloß einige unter ihnen, gewöhnlich die untern, in keine Blüte, sondern treiben bloß seitenständige tertiäre Achsen: diese können sich ihrerseits verzweigen. In allen Fällen erhält die so zusammengesetzte Traube den Namen Rispe (paniculа) (Fig. 181). Ihre gewöhnlichste Gestalt ist wegen der ungleichen Entwicklung ihrer Blütenstiele, welche bei den untern größer ist, und um so geringer wird, je weiter man sie nach oben betrachtet, pyramidenförmig. Bisweilen sind aber die Blütenstiele in der Mitte länger, als die an den beiden Enden und die Rispe erhält

180. 181.

180. Sauerdorntraube (Berberis vulgaris). Man sieht, wie sie aus dem Blattwinkel *f* in einen Dorn verwandelt, entsteht, welcher seine Nebenblätter *s* behalten hat. — *a* Primäre Achse, aus welcher kleine wechselständige Deckblätter *b* hervorkommen, und an ihren Achseln secundäre Achsen *a''*, welche die Blüte beendigt. Man kann die successive Entwicklung dieser Blüten von der Grundfläche bis zum Gipfel verfolgen; die untern langen an, Frucht anzusetzen, die obern sind noch Knospen, die mittlern entfalten.

181. Rispe der Yucca gloriosa. — *a* Primäre Achse oder Spindel; — *a''* Secundäre Achse; — *a‴* Tertiäre Achse, die unmittelbar eine Blüte trägt und den Namen Blütenstielchen erhält — *bbbb* Deckblätter von zerstreuten Achsenordnungen, aus welchen diese Achsen hervorkommen; — Man sieht, daß dieser Blütenstand aus einer Reihe von Trauben an einer gemeinschaftlichen Achse *a'* entsprungen, daß sie um so entwickelter und früherreife sind, je weiter unten man sie beobachtet, und daß in jeder Traube die Blüten auch um so vorangerückter sind, je weiter unten sie stehen.



182.

186.

alsdann den Namen Strauß oder Blütenstrauß (thyrsus).

§. 206. Wenn man anstatt der Blütenstiele von fast gleicher Länge, oder die von unten nach oben auf eine fast unmerkliche Weise abnehmen, findet, daß die unteren weit länger als die obern und so aufgerichtet sind, daß sie alle nur dann eine Blüte tragen, wenn sie auf fast gleiche Höhe gekommen sind und daß die Gesammtheit der Blüten auf diese Art eine Art Sonnenschirm mit ungleichen Radien bildet, so nennt man dies eine Doldentraube, Schirmtraube oder Afterstrauß (corymbus), die entweder einfach (Fig. 182, 1) oder zusammengesetzt (Fig. 182, 2) ist, je nachdem die Blüten auf secundären Achsen oder auf Blütenstielen stehen, welche eine größere Zahl mal verzweigt sind.

§. 207. Denken wir uns jetzt die secundären Achsen äußerst verkürzt, so daß sich auf den Seiten der primären Achsen alle Blüten befinden, welche bei der Traube um die ganze Länge ihrer secundären Achsen von derselben entfernt waren, und welche hier unmittelbar auf ihr zu ruhen scheinen oder die mit einem Worte sitzend oder ungestielt sind: so ist dies alsdann eine Aehre (spica) (Fig. 183). Sie heißt zusammengesetzt, wenn die primäre Achse secundäre trägt, die selbst verlängert und nicht endigend, aber mit seitenständigen und ungestielten Blüten versehen sind.

Man hat Aehren, die gewisse besondere Kennzeichen an sich tragen und gewissen Klassen oder Familien von Pflanzen eigen sind, verschiedene Namen gegeben; so z. B. Kätzchen (amentum) eine einfache Aehre, welche abfällt, indem sie nach der Blütezeit die Abgliederung verläßt, und die aus lauter Blüten von einem und demselben Geschlechte (Fig. 184), gewöhnlich männlichen, besteht; Kolben (spadix Fig. 185), Aehre einer monokotyledonischen Pflanze, die an ihrer Grundfläche in ein großes Deckblatt gehüllt ist, das man Blütenscheide (spatha) nennt, und deren äußerst nahe aneinanderstehende Blüten gesellsam in eine dicke, gewöhnlich einfache, bisweilen ästige Achse, wie bei den Palmbäumen, wo sie alsdann Blütenzweig heißt, inkrustirt sind.

182. 1. Einfache Doldentraube des Lerchbaums von St. Lucia (Cornus mahaleb): — *a* Primäre Achse, aus welcher die mehrere ständigen Deckblätter *b* entstehen, die aus ihren Achseln die secundären Achsen *a' a'* treiben, wovon jede unmittelbar eine Blüte trägt und den Namen Blütenstielchen erhält. Man kann die Blütenweise Entwicklung derselben von außen nach innen verfolgen; die innerste ist noch im Zustande der Knospe. — Diese Doldentraube entstand in der Achsel eines bereits abgefallenen Blattes und beendigt einen fehlgeschlagenen Zweig, wo man die untern Blätter im Zustande von Schuppen *c* sieht.

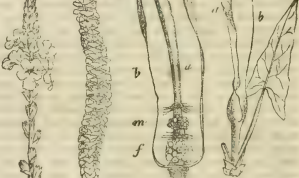
2. Zusammengesetzte Doldentraube des Essigbaums (Crataegus terminalis): — *a'* primäre Achse; — *a''* secundäre Achse; — *a'''* tertiäre Achsen, die unmittelbar die Blüten oder Blütenstielchen tragen; — *bbb* Deckblätter.

183. Ende der Aehre des Eisenkrautes (Verbena officinalis); — Man sieht, wie die unteren Blüten schon in den Zustand von Frucht übergegangen, die mittleren entfaltet, die obere noch Knospen sind.

184. Kätzchen vom Nußbaume. Die schuppenartigen Deckblätter stehen einander so nahe, daß ihre foetalrömische Anlage wahrgenommen werden kann. Zwischen ihnen steht man das Ende der Staubfäden der ihnen entsprechenden männlichen Blüten hervorragen.

185. Kolben der gemeinen Aronswurzel (Arum vulgare): — 1. Autenförmig gerollte Hülle ihres Kolben *b*, der das Ende *a* heraufsehen läßt; — 2. Die nämliche, deren Kolben der Länge nach so aufgeschnitten ist, daß man die ganze Achse *a*, die unten mit einem Haufen weiblicher Blüten *f* und etwas weiter oben mit einem Haufen männlicher Blüten *m* versehen ist.

186. Mehrere Dolden *o'* von der Aralia racemosa: — *a* allgemeine Achse oder Gipfel des Astes, der sich selbst in eine Dolde endigt, die aufgerichtet als die andern ist; — *a' a'' a'''* Achsen, die aus der vorhergehenden entstehen und in Beziehung auf dieselbe secundär sind, wovon aber jede einen Blütenstand hat, und in Beziehung auf diesen primär ist; — *a' a'' a'''* secundäre Achsen oder Strahlen der Dolden; — *bbb* wechselständige Deckblätter auf der allgemeinen Achse. Man kann an der Achsel von einem unter ihren in *d* zwei Achsen derselben Ordnung sehen, die in Folge einer doppelten Knospe übereinander herauskommen; — *eee* quirlige Deckblätter auf den Achsen von jedem Blütenstande, die daselbst eine Hülle bilden.



183. 184. 185.

§. 208. Wir wollen jetzt eine Voraussetzung aufstellen, die der vorhergehenden ganz entgegen läuft, nämlich daß sich der Theil der primären Achse, auf welchem die secundären hervorkommen, verkürzt, oder sich vielmehr nicht verlängert habe, so daß er beinahe zu Null wird (Fig. 187 *a'*), während die secundären *a''*, welche den Namen Strahlen erhalten, sich gut entwickelten. Alsdann verlängern sie sich gewöhnlich

an ihrem gemeinschaftlichen Ausgange auf eine fast gleiche Weise, und bilden, wenn jede in eine Blüte ausgeht, und diese Blüten auf gleicher Höhe stehen, in ihrer Gesammtheit eine Art Sonnenschirm mit gleichen Radien, den man Dolde oder Schirm (umbella Fig. 186 $a'a'a'a'$) nennt. Dies ist also eine Traube mit einer primären Achse, die fast Null ist,

187.

und bei welcher in Folge dieser Verkürzung das Verhältniß der Blütenstiele in Beziehung zu einander verändert ist, indem nämlich in dieser Dolde die obern zu äußern, die untern zu innern werden. Man sagt, sie sei **gestielt**, wenn die primäre Achse eine gewisse Länge erreicht, bevor sie die secundären hervorbringt; sie sei **sitzend** oder **ungestielt** wenn dieser untere Theil selbst fehlt. Die secundären Blütenstiele können sich selbst, anstatt Blüte zu tragen, nach dem nämlichen Principe (Fig. 187) verzweigen, und man hat alsdann mehrere secundäre Dolden oder **Döldchen** a'' die in eine allgemeine oder zusammengesetzte Dolde gebracht sind; sie verhält sich zur einfachen Dolde, wie die Rispe zur Traube.

§. 208 (bis). Wenn von einer äußerst kurzen primären Achse, die fast Null ist, mehrere dünne, secundäre Blütenstiele ausgehen, die, anstatt sich zu erheben, sich auszubreiten und auf diese Weise die Blüten zu entfalten, wodurch sie in eine Art von Sonnenschirm auslaufen, sich nähern und sich garbenartig drängen und oft sogar auf eine und dieselbe Seite in dem Falle hinhängen, wenn sie eine gewisse Länge haben, so ist es räthlich, diese Anlage der Dolde zu unterscheiden und man kann ihr den Namen **Blütenbüschel** (fasciculus Fig. 203 f) geben. Diese Blütenbüschel sind meistens ungestielt an der Achsel der Blätter oder der Deckblätter.

§. 209. Endlich können sich die secundären Achsen eben so wenig verlängert haben als der Theil der primären Achse woraus sie kommen, und alsdann sind nothwendig alle Blüten in eine Art von Scheibe oder Kugel vereinigt, wo die äußern diejenigen vorstellen, welche auf der verlängerten Achse unten, und die innern, die, welche oben waren. Man nennt diese Anordnung **Blütenkopf** (capitulum Fig. 188). Der Blütenkopf kann wie die Dolde sitzend oder gestielt sein.

Man hat den besonderen Namen **Körbchen** (calathis) einer Modifikation des Blütenkopfes gegeben, welche von der Modifikation des blütentragenden Gipfels der primären Achse abhängt. Dieser Gipfel hat

187. Zusammengesetzte Dolde der Möhre: — a' Primäre Achse in dem Blütenstand auf einer convexen Fläche; — a'' secundäre Achsen oder Radien der allgemeinen Dolde, wovon jede ein Döldchen a''' trägt; — tertiäre Achsen, oder Radien der Döldchen; — b' quirlförmig federbuschige Deckblätter, welche die allgemeine Hülle bilden; — b'' einfache, die Hüllchen bildende Deckblätter.

188.

sich dergestalt verdickt und ausgebreitet, daß er der Einfügung der Blüten, eine große, ebene, convexe oder concave Fläche darbietet. Beispiele davon sieht man immer an den gewöhnlich sogenannten zusammengesetzten Blumen, die nichts Anderes sind, als ein Haufen kleiner, in eine Masse vereinigter Blüten, der bei dem ersten Anblicke das Aussehen einer einzigen und großen Blüte hat, wie z. B. die Blüten der Cichorie, oder der Skorzonere (Fig. 189, 1) der Distel oder der Sonnenblume sind. Jeder wird sich bei der letzteren leicht den Stamm vorstellen können, der sich an seinem Ende in eine runde und fleischige, ganz mit gelben Blütchen versehene Fläche verbreitert. Diese blütentragende Fläche (Fig. 189, 2r) hat verschiedene

189.

Namen; ehemals hieß man sie Blütenboden (receptaculum), in den neueren Zeiten hat sie den Namen Blütenlager (Phoranthium oder Clinanthium) erhalten.

Wir haben so eben gesagt, daß ihre Oberfläche

190. 191.

188. Ein Blütenkopf von der **Scabiosa atropurpurea**. Man sieht, wie das Blühen um so weniger vorangerückt ist, je näher man mit den Blüten gegen den Mittelpunkt hinkommt.

189. 1. Ganzer Blütenkopf der Skorzonere (**Scorsonera hispanica**). 2. Der nämliche vertikal so geschnitten, daß er den Umfang des in ein Blütenlager erweiterten Blattstiels r zeigt, der die Blüten f auf seiner Oberfläche trägt. Die an dem Umfange sind schon entfaltet, die in der Mitte noch Knospen; — b Ziegeldachförmige, die Hülle bildende Deckblätter.

190. Eine der Länge nach so geschnittene Feige, daß sie ihre Blüten f zeigt, die auf der ganzen inneren Fläche des Blütenlagers r entspringt sind.

191. Blütenstand der **Dorstenia contrayerva**, wo die Blüten f bald in einem Blütenlager r stecken, das nur etwas vertieft ist und auf dessen Oberfläche man ihre Extremitäten hervorragen sieht.

bisweilen concav ist. Diese Höhlung ist gewöhnlich oberflächlich und sehr ausgeweitet; bisweilen ist sie aber nach Art einer Schale oder sogar einer Urne vertiefter; endlich können sich ihre Ränder einander nähern und sich berühren, so daß sie eine vollständig geschlossene Höhlung bildet. Dies sieht man an der Feige (Fig. 190), und darum finden die in der Botanik nicht bewanderten Personen keine Blüten an ihr, die auf der ganzen inneren Fläche des Blütenlagers eingefügt sind, das sich über ihnen geschlossen hat, und das nach außen nur seine äußere grüne und birnförmige Oberfläche kehrt. An anderen Pflanzen aus derselben Familie findet man alle Uebergänge von der geschlossenen Höhlung an, in welcher die Blüten der Feige eingefügt sind, bis zu dem erweiterten Blütenlager der Dorstenie (Fig. 191), welche sie offen trägt.

§. 210. Nachdem wir alle so eben angegebene Blütenstände untereinander verglichen haben, so sieht man, daß sie sich nur, wie wir vorher gesagt hatten, durch die Entwicklung oder das Fehlschlagen gewisser Achsen und durch ihre relativen Längen von einander unterscheiden. Dies ist so wahr, daß man von jedem dieser Blütenstände leicht eine Definition geben kann, die nur ein Ausdruck der Vergleichung mit jedem andern Blütenstande ist. So konnte man sagen: die Traube sei eine Aehre mit kurzgestielten Blüten; die Aehre eine Traube mit sitzenden Blüten; die ungestielte Dolde eine Traube ohne Spindel oder primäre Achse; der Blütenkopf eine Traube, an welcher die Achsen weggeschafft sind, oder eine Aehre, wo die Spindel Null ist, oder auch eine Dolde ohne Strahlen; die Dolde ein Blütenkopf mit kurzgestielten Blüten u. s. w.

Bei allen diesen Blütenständen können die secundären Achsen, auch die von einer niederern Ordnung, gegenständig oder abwechselnd sein. Ihre relative Lage sollte immer die nämliche wie die der Blätter sein, da sie ja aus der Achsel von Blättern entstehen, die bloß ihrer Form nach modifizirt sind; dies findet auch oft Statt. Wir haben aber (§. 167) gesagt, daß man gar nicht selten bei den blattgegenständigen Pflanzen sieht, wie ächte Blätter am Gipfel der Zweige abwechselnd werden. Man darf sich also gar nicht wundern, wenn die Deckblätter, die immer am Gipfel der Zweige liegen, endlich oft abwechselnd werden, selbst wenn die Blätter gegenständig sind.

Bestimmte Blütenstände.

§. 211. An den Pflanzen mit gegenständigen Blättern zeigt sich der bestimmte Blütenstand am häufigsten und am regelmäßigsten. Wir wollen also sein Studium mit einer von diesen Pflanzen beginnen, z. B. mit einer aus dem Enziangeschlechte, dem kleinen Tausendgüldenkraut (Fig. 192).

Die primäre Achse a endigt sich in größerer oder geringerer Höhe in eine Blüte f.* Unmittelbar oder etwas niederer unter ihr trägt sie ein Paar Blätter, und aus der Achsel eines jeden derselben kommt eine secundäre Achse a'' a'' hervor, deren Gipfel gleichfalls eine centrale Blüte f'' f'' und zwei Blätter, auf jeder Seite eines, trägt; jedes von diesen Blättern treibt seinerseits aus seiner Achsel eine tertiäre Achse a''' a''', die eben so ausläuft. Diese Verzweigung, welche man wiederholte Gabeltheilung (Dichotomie) nennt, wiederholt sich auf diese Weise mehr oder minder oft, und jedesmal ist die Zahl der Achsen und demnach die der Blüten gedoppelt.

Wenn wir anstatt zweier Blätter drei quirliche unter einer Centralblüte hätten, und aus der Achsel

192

eines jeden eine secundäre Achse hervorkäme, die ihrerseits gleichfalls in drei Theile getheilt wäre, so wäre dies eine wiederholt dreitheilige Gabeltheilung (Trichotomie). Wir könnten noch eine größere Anzahl von Blättern und quirligen Achsen haben.

Wir haben diese Arten von Verzweigungen nicht früher beschrieben, weil sie sich mit den Blüten zeigen, und sich demnach an den Blütenstand anschließen. Bisweilen können jedoch die Achsen, ohne durch eine Blüte (welche alsdann vorläufig fehl schlägt), begränzt zu sein, bei jeder Erzeugung neuer Achsen Fülle zu stehen scheinen, und man hat eine Reihe von auf einander folgenden Zweigablungen, oder was übrigens weit seltener ist, von Dreigablungen, welche Blätter ohne Blüten begleiten.

193.

192. Gipfel von dem Stocke des kleinen Tausendgüldenkrauts (Erythraea centaurium); a' primäre Achse; — a'' a'' secundäre Achsen der Zahl nach zwei; — a''' a''' a''' tertiäre Achsen der Zahl nach vier; — a'''' a'''' a'''' a'''' quaternäre Achsen der Zahl nach acht; — f Blüten; man hat dieselben bezeichnet, welche jede der verschiedenen vorhergehenden Achsen mit dem nämlichen Zeichen beendigen. — Man sieht die Blüten um so entwickelter, je mehr sie einer Achse einer höhern Ordnung angehören; f im Zustande der Frucht; f'' f'' entfaltet, f''' f''' in Knospen.

193. Blütenstand des Cerastium grandiflorum. — Die Buchstaben haben die nämliche Bedeutung, wie in der vorhergehenden Figur. — bbb Deckblätter, die bei jeder Verzweigung unter sich gegenständig sind.

* Der Theil der primären Achse, der über dem Entstehen der beiden secundären Aechsen liegt, schaut auf diese Weise aus dem Winkel hervorzukommen, den sie zwischen sich bilden. Nun wurde der Name Achsel (Achselwinkel, Achsenwinkel, axilla oder ala), den wir für den Winkel aufgestellt haben, der von dem Zweige mit dem aus ihm entsprungenen Blatte gebildet wird, ebenfalls dem Winkel gegeben, der aus jeder Zweigabtheilung der Pflanze entstand. Daher der Name achselblütige (axillae floriferae) Blüte oder Blüten, den man der einigen Schriftstellern findet, um die Blüte oder das Ganze der Blüten zu bezeichnen, welche so eine primäre Achse über der Gabel beendigt, die von den secundären gebildet wurde,

In dem Falle, wo die einen mit den andern vorkommen, hat man eine Reihe von einzelnstehenden und gipfelständigen Blüten. Wenn sich aber die Blätter modifiziren und in den Zustand der Deckblätter übergehen, so bildet dieses ganze System einen einzigen Blütenstand, den man wiederholt gabelästig oder wiederholt dreigabelig nennt. Die neuen Schriftsteller haben demselben dem Namen Trugdolde (cyma) gegeben, der ehemals, und jetzt noch von Einigen, in einem engeren Sinne genommen wird.

194.

In dieser Trugdolde können die Blüten mehr oder weniger von einander entfernt sein, je nachdem alle auf einander folgende und verlängerte Achsen, welche zugleich den blütentragenden Gipfel, der ihnen vorangehenden, um Vieles übertreffen, dem Ganzen das Aussehen einer umgekehrten Rispe geben, oder je nachdem sie immer kürzer werden, sich kaum überragen, so daß die Blüten beinahe auf gleicher Höhe nach Art der Doldentraube stehen.

Sehr oft wird die Zertheilung durch Dichotomie von unten nach dem Gipfel des Blütenstands hin nicht so regelmäßig fortgesetzt; in einer gewissen Höhe aber trägt, während eine von den Achsen unter ihrer gipfelständigen Blüte, zwei Deckblättern und zwei neuen Achsen das Daseyn gibt, die ihr gegenständige trägt ihre Blüte ohne Deckblätter oder wenigstens ohne irgend eine Entwicklung in ihrer Achse, und die Verzweigung steht auf der einen Seite still, während sie sich auf der andern fortsetzt.

§. 212. Dieser seitenständige Stillstand, der gegen den Gipfel des Blütenstandes hin häufig vorkommt, fängt bisweilen schon an seiner Grundfläche an, und es fehlt an jedem Knoten eine von den Achsen, die sich daran hatte entwickeln sollen. Man hat alsdann das Aussehen einer Traube oder einer Aehre; anstatt einer einzigen Achse aber ohne gipfelständige Blüte, welche eine Reihe anderer blütetragender secundärer Achsen, wie bei dem unbestimmten Blütenstande trägt, ist hier eine Folge von Achsen von verschiedenen Ordnungen, welche nach der Reihe auseinander entstehen, und wovon sich jede in ihre Blüte endigt, und dieses Entstehen der unächten Traube offenbart sich dadurch, daß ihre Spindel, anstatt geradlinicht zu sein, gewöhnlich eine Reihe von Krümmungen oder Knieen zeigt, und im Allgemeinen auch dadurch, daß alle Blüten auf einer und derselben Seite, in den meisten Fällen der inneren, liegen, was davon herrührt, daß das Fehlschlagen im Allgemeinen alle Achsen einer und derselben Seite, der äußeren, trifft.

§. 213. Man kann die nämliche Anordnung der Blüten und der Achsen, auf denen sie sitzen, ohne Fehlschlagen finden, wenn die Blätter, anstatt gegenständig, abwechselnd sind. Die primäre Achse zeigt ein einziges Deckblatt nach außen und läuft sodann in ihre Blüte aus. Aus der Achsel dieses Deckblattes kommt eine secundäre Achse hervor, die sich eben so endigt und mit einem Deckblatte versehen ist, woraus eine tertiäre Achse entsteht. Diese gibt nun ihrerseits auf die nämliche Weise einer vierten Achse ihr Entstehen, die vierte einer fünften und so fort: auf diese Weise erhält man eine Reihe von Achsen, die auseinander entstehen, und wovon jede unmittelbar in eine Blüte ausgeht. Aus dieser Verbindung entspringt, wie in dem vorhergehenden Falle, eine falsche Traube oder eine falsche Aehre. Dies ist eine Anordnung, die vollkommen derjenigen ähnlich ist, die wir bei den kriechenden (§. 183) oder bei gewissen Stämmen (§. 185) beschrieben haben, wo jeder Zwischenknoten dem Anscheine nach durch einen Zwischenknoten, der sich in der Achsel seines gipfelständigen Blattes entwickelte, fortgesetzt wird. Der einzige Unterschied besteht darin, daß sich hier jede Achse in eine Blüte, anstatt in einen Quirl oder in eine Blattrosette endigt. In allen Fällen ist es leicht, die ein Blütenstand von der ächten Traube und von der ächten Aehre zu unterscheiden, weil die Deckblätter daselbst mit den Blüten gegenständig sind, anstatt unmittelbar unter denselben zu liegen.

Die Blüten können in diesem Falle in Beziehung auf die Achse zwei Arten verschiedener Stellungen einnehmen, welche von der Ordnung abhängen, in welcher sich die Deckblätter entwickeln. Wir wollen uns daran erinnern, daß die abwechselnden Blätter spiralförmig gestellt sind, daß sich diese Spirallinien aus zwei Achsen a und b, die aus einander entstehen, entweder in der nämlichen, oder in entgegengesetzter Richtung winden; daß das erste Blatt von b sich immer nach dem von a, welche b in ihrer Achsel trägt (§. 162), richtet. Wir wollen jetzt nach a und b eine Reihe von Achsen c, d, e u. s. w. annehmen, die nach der Reihe auseinander entstehen: obgleich jede auf ein Blatt oder Deckblatt reduzirt ist, so wird doch die Stellung des Blattes von b durch die von a, die des Blattes von c durch die von b u. s. w. geregelt, und man braucht nur diese zwei so zusammengeordnete Blätter, um die Richtung der Spirale von der Rechten zur Linken zu bestimmen. Nun ist sie bei dieser Reihe von Achsen entweder homodrom oder heterodrom. Wenn sich in dem ersten Falle die Spirale von a von der Linken zur Rechten windet, so stellt sich das Blatt von b zu der Rechten von dem von a, das von c zu der Rechten von dem von b, das von d zu der Rechten von dem von c u. s. w., und man erhält eine Reihe von Deckblättern, welche eine Spirallinie von der Linken zur Rechten beschreiben. In dem zweiten Falle hingegen stellt sich das Blatt von b links von dem von a, das Blatt von c rechts von dem von b, das Blatt von d links von dem von c, das Blatt von e rechts von dem von d u. s. w., und man bekommt eine Reihe von Deckblättern, die abwechselnd von der Rechten zur Linken so liegen, daß die Linie, welche man durch ihre Reihenfolge ziehen würde, eine Art Zickzack beschreibt.

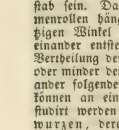
Daher rühren denn nun zwei sehr verschiedene Stellungen in den falschen Trauben oder Aehren, mit denen wir uns beschäftigen. Die, welche man in der ersten Verbindung beobachtet, scheinen mehr den ächten zu gleichen, mit denen man sie bisher im Allgemeinen verwechselt hat, weil ihre Blüten ganz um eine dem Anscheine nach stetige Achse herum vertheilt sind; dies ist der Blütenstand, den die Herrn Bravais schraubenförmige Trugdolde genannt haben (Fig. 195). Die, welche man bei der zweiten Verbindung findet, und die man wegen der einseitigen Stellung ihrer Blüten leicht zu unterscheiden wußte, haben den Namen Trauben oder Aehren, oder noch besser, scorpionartige Trugdolden (Fig. 196) erhalten.

Dieses letztere Beiwort rührt daher, daß ihr Ende sich unten krummstabähnlich zusammenrollt, wie der Schwanz eines Scorpions; und es ist leicht, sich dieses Zusammenrollen zu erklären (Fig. 197). Die

194. Blütenstand des Cerastium tetrandrum — Gleiche Bedeutung, wie in den vorigen Figuren. — Die quaternären Achsen a''' sind durch das Fehlschlagen der zweiten auf eine seitenständige reduzirt.

Achse b macht nach außen mit a einen gewissen Winkel; c beinahe den nämlichen mit b; d mit c, e mit

195. 196.



197.

d u. s. w., und es entsteht daraus eine gebrochene Linie, welche dahin strebt, eine krumme zu beschreiben, die nach einem Halbkreise wieder umkehrt. Die Achsen entwickeln sich um so später und sind demnach um so kürzer, je weiter sie sich von dem Ausgangspunkte entfernen; diese krumme Linie muß also eine Spirallinie mit stufenweise abnehmenden Windungen, ein Krummstab sein. Das langsamere oder schnellere Zusammenrollen hängt von dem mehr oder weniger spitzigen Winkel ab, unter welchem die Achsen aus einander entstehen; die mehr oder minder deutliche Vertheilung der Blüten in zwei Reihen von der mehr oder minder deutlichen Entfernung von zwei auf einander folgenden Deckblättern. Alle diese Merkmale können an einer sehr großen Anzahl von Pflanzen studirt werden: an den Rauten, an vielen Hauswurzen, deren Blütenstand für Linné der Typus der ächten Trugdolde war, und es für viele Schriftsteller geblieben ist, und besonders an der Familie der borretschartigen Pflanzen, wo die Demonstration zahlreiche Modifikationen zu ihrer Erklärung finden wird.

§. 214. In allen bestimmten Blütenständen, die wir so eben untersucht haben, besonders in den ersteren, kann es sich ereignen, daß in Folge der außerordentlichen Verkürzung der Achsen alle Blüten einander genähert und gleichsam zusammengehäuft sind, wie man dies z. B. an den Nelken bemerkt. Röper nennt diese Stellung Blütenbüschel, wenn die Achsen eine gewisse Länge und eine regelmäßige Vertheilung behalten; Blütenknäuel, wenn sie beinahe Null sind und zahlreiche Fehlschlagungen die Regelmäßigkeit derselben gänzlich stören. Wir haben in Beziehung auf das erste von diesen Wörtern eine andere Bezeichnung (§. 208 bis) angegeben, und meinen mit Decandolle, daß das Wort zusammengezogene Trugdolde zu Bezeichnung für beide Fälle hinreiche.

§. 215. Decandolle hat unter dem Namen vermischte Blütenstände mehrere herausgehoben, die sich zu gleicher Zeit an die bestimmten und unbestimmten dadurch anreihen, daß sich ihre verschiedenen Achsen nicht auf gleiche Weise verhalten. Bei den kirpenförmigen Blumen z. B. bilden die Blüten Trugdolden, die in der Achsel gegenständiger Blätter auf einer gemeinschaftlichen, unbestimmten Achse stehen. Wenn die Blätter ihren Charakter behalten, so gibt es keine Verwirrung, und man hat blattwinkelständige Trugdolden: wenn aber die Blätter in den Zustand von Deckblättern übergegangen, wenn alle diese Trugdolden so in einen einzigen Blütenstand verschmolzen sind, wie will man sie erklären?

Die Schwierigkeit scheint uns leicht zu heben zu sein: wenn man Trugdolden als Aehren, Trauben oder Rispen beschreibt, so hat man auf eine deutliche Weise den gedoppelten Charakter dieses Blütenstandes angegeben.

198.

§. 216. In andern Fällen trägt nicht bloß die primäre Achse, sondern auch mehrere aus ihr entstehende Achsen tragen keine unmittelbare Blüten; der Blütenstand zeigt unten weder Dichotomie, noch eine Reihenfolge verschiedener Achsen; kurz, er scheint nicht bestimmt zu sein, und doch wird er es an seinen Extremitäten, indem sich bloß seine letzten Verzweigungen durch regelmäßige Zweigabelungen oder einseitige Trugdolden zertheilen. Dieser Fall kann, wie man leicht einsieht, nur bei denen vorkommen, die recht vielmal verzweigt sind, bei den Rispen (Zig. 198) und den Doldentrauben.

Man kann demungeachtet etwas Aehnliches an

199.

195. Schraubenförmige Trugdolde einer Art von Alstroemeria; — Man sieht die Wirtenfolge der Achsen a' a'' a''' a'''', die eine einzige Aehre zu bilden scheinen, von denen sie die Zwischenknoten wären. Jede entspringt aus der Achsel einer Blattes, und endigt sich durch eine diesem Blatte gegenständige Blüte f.

196. Scorpionartige Trugdolde der Myosotis palustris — Die Blüten stehen auf derselben abwechselnd auf einer doppelten Reihe, und auf einer und derselben Seite des gemeinschaftlichen Blütenstiels.

198. Bestimmte gipfelständige Rispe der Raunweide. Die primäre Achse a' treibt gegenständige secundäre Achsen a'' a'', worauf tertiäre a''' a''' entspringen, die sich durch Dichotomie und demnach durch kleine dreiblüthige Trugdolden c c endigen. — An jeder von ihnen sieht man ihre Centralblüte früher reif, als ihre seitenständigen.

199. Bestimmte Traube einer Glockenblume — a' a' primäre Achse, die sich in eine bereits verwelkte Blüte f endigt und schon in den Zustand der Frucht übergeht; — a'' a'' secundäre Achsen, wovon jede in eine Blüte f' ausgeht, die um so entwickelter ist, je weiter unten sie an der Traube steht.

einfacheren Blütenständen, an der Traube und der Aehre finden, wenn ihre primäre Achse sich in eine Blüte endigt, wie z. B. bei den meisten Glockenblumen (Fig. 199).

Soll man neue Wörter erfinden, oder die Bedeutung der älteren verändern, um diese Modifikationen zu bezeichnen? Es scheint uns einfacher und deutlicher, schon bekannte Ausdrücke beizubehalten, und durch ein Beiwort die Modifikation anzugeben, welche der Gegenstand, den sie bezeichnen, erlitten hat. So kann man rispenförmige oder doldenförmige Trugdolde, oder auch Rispen oder Dolden in Trugdolden ausgehend, oder noch kürzer bestimmte Rispen, Dolden oder Trauben sagen. Die Uebergänge können im Allgemeinen nicht durch ein einziges Wort ausgedrückt werden, da sie ja zwei Vergleichungsglieder voraussetzen.

§. 217. Welche Nomenklatur man auch in dieser Beziehung annehmen mag, so ist es doch von Belang, darauf aufmerksam zu machen, daß diese gemischten Blütenstände äußerst häufig vorkommen, und daß die bestimmten, die man anfänglich für weit seltener als die unbestimmten gehalten hatte, sich jeden Tag unter den Augen neuerer, aufmerksamerer und geübterer Beobachter vervielfältigen.

Selbst in dem Falle, wo jeder von den letzten Blütenstielen allein in eine einzige Blüte ausgeht, ohne sich durch Dichotomie zu zertheilen, ein Fall, der bei dem ersten Anblicke vollständig zu dem unbestimmten Blütenstand zu gehören scheint, wird man oft durch das Vorkommen mehrerer kleiner Deckblätter oder Deckblättchen auf diesem letzten Blütenstiele von dem Gegentheile überzeugt. Man findet häufig zwei gegenständige, etwas unter der Blüte, und an dieser Stellung erkennt man leicht eine kleine dreiblütige Trugdolde, deren beide Seitenachsen sich nicht entwickelt haben. Ein andermal sind diese Deckblättchen wechselständig; und jetzt, da wir bestimmte Aehren und Trauben kennen gelernt haben, können wir kein Bedenken tragen, sie an diesem Blütenstiele wieder zu erkennen, der in eine vollkommen entwickelte Blüte ausgeht, und weiter unten mit Deckblättern versehen ist, an deren Achsel sich andere Blüten von secundärem Range in Beziehung auf die vorhergehende hätten entwickeln können, obschon sie fehlgeschlagen haben. Aus diesem Grunde mußten wir den Namen Blütenstielchen für den letzten Zwischenknoten des Blütenstiels allein und nicht für seine Totalität aufsparen, da jedes Blütenstielchen wesentlich einblütig sein muß.

Der Uebergang der bestimmten Blütenstände zu den unbestimmten kommt also häufig vor und ist bisweilen fast unwahrnehmbar. Darum ist es von Wichtigkeit, mit neuen Wörtern für so abweichselnde Fälle, die überdies noch durch unbestimmte Gränzen von einander getrennt sind, etwas sparsam umzugehen. Es ist weit besser, die alten Wörter beizubehalten und sie gehörig zu definiren, ohne ihnen jedoch ihre ursprüngliche Bedeutung ganz zu nehmen und sie im Nothfalle durch Beiwörter oder sogar durch kurze Beschreibungen zu erklären: dies haben wir hier bei den gewöhnlichsten Fällen gethan; die andern sind nur Modifikationen derselben, welche die Praxis allein lehren muß.

Das Blühen.

§. 218. In welcher Ordnung entwickeln sich die Blüten eines Blütenstandes? Dies ist eine Frage, auf welche die vorher erklärten Begriffe die Antwort leicht machen. Wir haben in ihren mannigfaltigen Einzelnheiten die Vergleichung der mit Blättern und der mit Blüten versehenen Aeste verfolgt; wir haben gesehen, daß ihre Verzweigung sich nach den nämlichen Gesetzen richtet, und daß jeder sich in eine Blüte endigende Blütenstiel mit einem Zweige verglichen werden könne. Nun entwickelt sich jeder Zweig nothwendig vor denen, die aus ihm entstehen; seine Entwicklung ist schon mehr oder weniger vorangerückt, wenn die Entwicklung seiner seitenständigen Knospen beginnt. Eben so wird es sich wohl mit den blütentragenden Achsen verhalten: jede von ihnen wird sich vor allen Achsen, die in Beziehung auf sie secundäre Achsen sind, entwickeln: die Blüten, welche verschiedene Achsen endigen, werden sich also in der Ordnung der Reihenfolge, der Achsen, auf denen sie stehen, entfalten.

Anstatt eines mehrmals verzweigten Astes, wollen wir einen betrachten, der sich bloß auf seine seitenständigen Knospen beschränkt, oder mit andern Worten eine primäre Achse bloß mit einer gewissen Anzahl von secundären Achsen. Wir wissen, daß dieser Ast oben wächst, so daß seine Theile um so früher gebildet sind, je weiter man sie nach unten hin beobachtet. Seine Knospen folgen diesem Entwicklungsgange von unten nach oben und entwickeln sich also um so früher, je weiter unten sie stehen. Die nämliche Ordnung muß bei einer Reihe von blütentragenden Achsen, die unmittelbar auf einem und demselben Blütenstiele entstehen, stattfinden; die Entwicklung der Blüten, welche sie endigen, muß mit derjenigen an der Achse anfangen, die am niedrigsten steht und sich so von Nahe zu Nahe und von unten nach oben fortsetzen. — Wir haben also das zweite Gesetz, daß Blüten, welche Achsen von gleichem Range endigen, die auf einer und derselben gemeinschaftlichen Achse liegen, sich von unten nach oben entfalten.

Die Aufstellung dieser beiden Gesetze entspringt aus der Beobachtung so wie aus der Theorie. Sie bedingen die Entwicklung aller Blütenstände, einige wenige Fälle der Unregelmäßigkeit abgerechnet, die von dem Einflusse innerer oder äußerer Ursachen herrühren, und welche besonders bestimmt werden müssen. Sind diese Gesetze bekannt, so kann man mit ihrer Hülfe verschiedene Arten des Blütenstandes leicht von einander unterscheiden, deren Bestimmung ohne sie schwierig und dunkel wäre.

§. 219. Man weiß bereits, daß, wenn alle Blüten eines und desselben Blütenstandes durch die Verlängerung gewisser Achsen oder durch die Verkürzung gewisser anderer auf gleicher oder fast gleicher Höhe stehen, die unteren natürlicher Weise außerhalb, die oberen innerhalb stehen. Man kann alsdann ganz willkürlich äußere für untere, und innere für obere; von außen nach innen, statt von unten nach oben, von innen nach außen statt von oben nach unten sagen. Wenn wir also eine Dolde oder einen Blütenkopf betrachten, so werden wir die Entfaltung der Blüten von dem Umfange nach dem Mittelpunkte des Blütenstandes hin gehen sehen, wie wir das Nämliche bei einer Traube von der Grundfläche nach dem Gipfel gesehen hatten. Daher der Name einer centripetalen Entwicklung, den man der Entwicklung der Blüten von diesen Arten von Blütenständen, und demnach denen aller unbestimmten Blütenstände gegeben hat.

Nehmen wir dagegen eine Trugdolde, die aus einer primären und zwei oder mehreren secundären Achsen besteht. Die Blüte, welche die erste endigt und nothwendig den centralen Theil des Blütenstandes einnimmt, wird sich zuerst entfalten; sodann kommen die, in welche die zweiten ausgehen und welche die Peripherie einnehmen. In diesem Falle schlägt die Entwicklung einen Gang ein, welcher der umgekehrte von dem vorhergehenden ist; sie geht vom Mittelpunkte gegen die Peripherie hin und wird centrifugal genannt, ein Ausdruck, den man demnach auf die Entwicklung aller bestimmten Blütenstände angewandt

hat. Man sieht indessen leicht ein, daß er durchaus nicht auf alle Fälle genau paßt weil sich bei der Annahme einer Reihe blütentragender Dichotomien zwischen die Centralblüte und zwischen die, in welche die secundären Achsen ausgehen, tertiäre legen, welche später blühen werden als die zweiten, obgleich sie weiter innen stehen. Wenn man also jenes Wort beibehält, so ist es gut, sich daran zu erinnern, daß es nicht in seiner strengen Bedeutung genommen werden dürfe.

§. 220. Alles dies vorausgesetzt, kann man leicht vorher sehen, wie sehr wir gleich bei dem ersten Anblicke eines Blüteganzen in Bestimmung der Art und Weise seines Blütenstandes durch die Verhältnisse der Stellung der in verschiedenen Graden entwickelten Blüten unterstützt werden. Wenn wir in dem Mittelpunkte oder oben eine Blüte bemerken, die entwickelter ist, als die, welche um dieselbe herum oder unter derselben stehen, so wissen wir sogleich, daß wir es mit einem bestimmten Blütenstande zu thun haben; zeigt uns dagegen der obere Theil oder der Mittelpunkt Blüten, die weniger entwickelt sind, als der untere Theil und die Peripherie, so wissen wir, daß der Blütenstand unbestimmt ist. Die Grade des Blühens, auf welche die verschiedenen Blüten in Beziehung auf einander gelangt sind, zeigen uns im Voraus die Grade der Achsen an, auf welchen sie stehen, oder ihre relative Stellung auf einem gemeinschaftlichen Blütenstiele.

§. 221. Wir haben zu größerer Deutlichkeit die einfachsten Fälle angenommen, nämlich die, wo der Blütenstand nicht sehr verzweigt ist. Ist er es vielfach, so wird die Untersuchung durch die Zerstreuung der Achsen von gleichem Grade unter eine große Menge von Punkten des Blütenstandes verwickelter. Wir hatten ihn schon bei den Trugdolden angegeben, man kann aber das Nämliche bei einem unbestimmten Blütenstande z. B. bei einer Rispe sagen, wo man an secundären Achsen, die in verschiedenen Höhen liegen und wovon jede mittelbar Blüten von mehreren verschiedenen Graden trägt, gegen den unteren Theil hin, Blüten antreffen kann, die weniger entwickelt sind, als andere die über ihnen stehen, was der centralen Entwicklung zuwider zu laufen scheint.

Man muß aber bemerken, daß in diesen Fällen das Ganze des Blütenstandes nur die Wiederholung einer gewissen Anzahl von beinahe ähnlichen Blütengruppen ist, die auf einer gemeinschaftlichen Achse stehen; daß z. B. eine Rispe im Allgemeinen nur eine Vereinigung von Trauben auf einem und demselben Blütenstiele ist. Man sieht sich auf diese Weise veranlaßt, zusammengesetzte Blütenstände anzunehmen, wo man in dem allgemeinen Blütenstand, den wir bisher allein betrachtet haben, mehrere besondere unterscheiden kann, wovon jeder in seinem Blühen die Gesetze beurkundet, welche wir vorgetragen haben. Wenn wir alsdann das Blühen der einen mit dem der andern vergleichen, so sehen wir, daß jede dieser Gruppen aus dem zusammengesetzten Blütenstande mit einer Blüte von einem einfachen Blütenstande verglichen werden kann, daß sie, wenn alle in Beziehung auf die Achse seitenständig sind, um so weniger entwickelt sein werden, je weiter oben man sie unterrückt, daß, wenn eine in eben dieser Achse ausgeht, sie sich vor den andern entwickeln wird (Fig. 168) und selbst alsdann wird das Blühen dieser andern von oben nach unten vor sich gehen, es wird centrifugal werden. So sind wir nun auf folgendes drittes Gesetz geleitet: Bei einem zusammengesetzten Blütenstande folgen die besondern Blütenstände bei ihrer relativen Entwicklung den nämlichen Gesetzen, wie die Blüten an einem einfachen Blütenstande.

Begreiflich kann die Verzweigung eines Blütenstandes so verwickelt sein, daß er in mehrere zerlegt werden kann, so z. B. eine allgemeine Rispe in besondere Rispen, jede von diesen in Trauben u. s. w.

§. 222. Das Blühen enthüllt bisweilen in den Blütenständen eine Anordnung die man auf keine andere Weise hätte erkennen können, so z. B. in den zusammengesetzten Trugdolden (§. 214), die man ohne diese Beihilfe nicht leicht von den Blütenköpfen hätte unterscheiden können. So sind die Blüten der Weberdistel (dipsacus Fullonum) in lange ellipsoidische Köpfe vereinigt, die man beim ersten Anblicke Aehren nennen möchte. Bei einer ächten Aehre müßte aber das Blühen regelmäßig von unten nach oben vor sich gehen, hier fängt es aber fast zu gleicher Zeit in mehreren Stockwerken an, und man ist zu dem Schlusse berechtigt, daß diese dem Aeußeren nach einzige Aehre durch das Verwachsen von mehreren, wovon eine, umfangsächere, gipfelständig ist, gebildet wurde. Um noch ein anderes Beispiel anzuführen, so sind bei dem Echinops sphaerocephalus die Blüten in eine Kugel vereinigt, bei welcher das Blühen von oben nach unten geht und nicht von unten nach oben, und man ist genöthigt, anstatt eines Blütenkopfes einen zusammengesetzten und bestimmten Blütenstand an demselben anzunehmen.

200.

§. 223. Wir haben jetzt nur noch von einigen Blütenständen zu sprechen, welche vermöge ihres Ausgangspunktes eine Ausnahme von dem allgemeinen Gesetze zu machen scheinen, weil die Blütenstiele, welche nichts Anderes als die letzten Zweige der Pflanze sind, immer aus der Achsel der Blätter hervorkommen sollten, und sich Fälle zeigen, wo es ganz anders zu sein scheint.

Man nahm daher ehemals einen wurzelständigen Blütenstand an, gleichsam als ob die Blüten bisweilen unmittelbar aus der Wurzel hätten hervorkommen können, aber die Definition selbst, die man seit neuerer Zeit davon gibt, zeigt an, daß man die Natur dieses Blütenstandes recht gut begriff, daß man recht gut eingesehen hatte, daß die außerordentliche Verkürzung des blättrigen Theiles dieses Stammes zu dieser Täuschung Veranlassung gab. In diesem Falle liegen in dem unteren Theile dieses Stammes die Zwischenknoten so nahe beieinander, daß alle Blätter, (die selbst Wurzelblätter genannt wurden) zu ebener Erde eine Rosette bilden, aus deren Mitte die Blüten, welche an dem so zusammengezogenen Stamme gipfelständig sind, oder aus den Achseln der auf diese Weise zusammengedrängten Blätter hervorkommen. Oft aber entstehen sie nicht so nahe an dem Boden, und der nackte Stamm fährt fort, sich auf eine gewisse Höhe zu erheben, wo er anfängt, Deckblätter und Blüten zu tragen; er erhält alsdann den Namen Schaft (scapus). Uebrigens gehört dieser Blütenstand zu den schon bekannten Fällen. Häufige Beispiele davon findet man an vielen Zwiebelgewächsen z. B. an den Hyacinthen, ferner an den Primeln, Maßlieben u. s. w.

§. 224. Man nahm auch blattfleischständige oder auf der obern Blattfeite befindliche Blütenstände an, nach welchen auf diese Weise die Blüten auf dem Blatte entstehen. In diesem Falle hielt man häufig

200. Blütenstand des Dipsacus sylvestris. — Man sieht, wie sich die Blüten, die da sich lange spitzige Deckblätter, die den ganzen Blütenkopf rauhscht machen, abgestanden sind, nach in ihren Stockwerken ev. em. et entwickeln und daß in jedem derselben die untern schon entfaltet, die obern im Zustand der Knospen sind.

den Zweig, der sich in seiner Gestalt auf die Weise verändern kann, wie wir weiter unten sehen werden (§. 236, Fig. 202) für ein Blatt. In anderen Fällen kommen die Blüten wirklich aus einem ächten Blatte hervor: alsdann ist aber der Blütenstiel, der sie trägt, zum Theile mit dem Blatte, an dessen Achsel er entsteht, entweder mit dem Blütenstielchen, wie in der Helwingia, Chaillettia und mehren Hibiscus-Arten, oder in einer größeren Länge mit dem Saume selbst, wie in der Zostera, verwachsen. Das blütentragende Blatt kann sich alsdann im Zustande eines Deckblattes befinden, wie bei der Linde, oder es ist leicht, dieses theilweise Verwachsen des Blütenstieles nachzuweisen.

§. 225. Auf eine gleiche Weise kann man durch Verwachsungen in der Regel getrennter Theile viele außerwinkelständige Blütenstände d. h. solche erklären, welche aus einem andern Punkte des Astes, als den Blattwinkeln hervorkommen; die Solanumarten können taugliche Beispiele hierzu liefern: die Einfügung des Blütenstiels, der in einer gewissen Länge mit dem Aste verwachsen ist, scheint alsdann mehr oder weniger hoch über dem Blatte zu liegen, und wenn der Theil dieses so verschmolzenen Blütenstiels länger ist, als der Zwischenknoten, so kann es ein oder mehrere Blätter zwischen dem des Blattwinkels, aus welchem er hervorkommen sollte und dem Punkte geben, wo er sich wirklich losmacht: eine aus diesem Punkte gezogene gerade Linie muß beim Herabkommen dieses Blatt treffen, während sie die andern bei Seite läßt und man gelangt endlich zu der Bestimmung des wahren Verhältnisses der Theile, welche diese Verwickelung schwieriger gemacht hatte.

Was den Fall anbetrifft, wo der Blütenstand blattgegenständig ist, d. h. wo er geradezu dem Blatte gegenständig ist, anstatt aus seiner Achsel hervorzukommen, so ist er schon hinlänglich erklärt worden.

Deckblätter.

§. 226. Wir haben gesagt, daß die Deckblätter modifizirte Blätter seien, aus deren Blattwinkel die mit Blüten versehenen Achsen hervorkommen. Beispielen ist die Modifizirung nicht vollständig und die Deckblätter behalten vorzüglich gegen den unteren Theil des Blütenstandes hin die grüne Farbe und das ganze Aussehen der Blätter, obgleich sie so verringert und verkürzt sind, daß man wegen des Namens verlegen ist, den man ihnen geben soll; es sind nicht mehr die Blätter von dem unteren Theile der Pflanze, es sind noch keine Deckblätter. Man zeigt diesen Uebergangszustand dadurch an, daß man dem Blütenstande das Beiwort **beblättert** (foliosus) beilegt. Auf diese Weise beschreibt man beblätterte Rispen, Trauben u. s. w.

In andern Fällen ist dagegen das Fehlschlagen der Blätter, welche die Blüten begleiten, vollständig; man findet weder an dem Ursprunge der allgemeinen oder der besondern Blütenstände, noch an dem von jeder Blume insbesondere, die geringste Spur davon. Man zeigt diesen Mangel an Deckblättern an, und nennt die Blütenstände oder Blüten, welche keine haben, **deckblattlos** (flores ebracteati). Dies sieht man z. B. an dem Blütenstande aus der Familie der Cruciferen.

§. 227. Zwischen diesen beiden Extremen, der blattartigen Entwicklung oder der gänzlichen Abwesenheit von Deckblättern, findet man alle Zwischenzustände und alsdann kann die Reduction des Blattes die mannigfaltigen Modifikationen zeigen, welche wir bei Gelegenheit der Knospenhüllen angegeben haben (§. 173). Am gewöhnlichsten fehlt der Blattfilet, und man findet nur den Saum mehr oder weniger verkleinert, ungestielt. Oft beharrt auch der Blattscheidetheil. Kurz, es kann bloß ein Blattstielende in Gestalt einer mehr oder weniger kurzen Spitze sein; ein Entwurf des centralen Gefäßbüschels, dessen Verlängerung den Mittelnerven des Blattes gebildet haben würde. Bisweilen können endlich auch die Nebenblätter auf den nämlichen Grad der Entwicklung gelangen, wie in den eigentlichen Blättern. Wenn das Uebrige des Blattes ganz fehlgeschlagen hat, so hat man das Aussehen eines doppelten Deckblattes; ist nebst ihnen der Saum, oder der Blattfilet, oder die Scheide selbst bis auf einen gewissen Punkt hin entwickelt, so ist es ein dreilappiges oder sogar dreifaches Deckblatt, je nachdem seine Nebenblätter blattfielständig oder stengelständig sind. Man muß diesen Fall sorgfältig von demjenigen unterscheiden, wo das Deckblatt durch die unmittelbare Nähe zweier gegenständigen Deckblättchen dreifach erscheint.

§. 228. In den allermeisten Fällen ist die Verwandlung des deckblättrigen Blattes um so vollständiger, wenn man es an einer Achse von einem höheren Range in einem Blütenstande beobachtet; und an demselben kann man bisweilen von seiner Grundfläche bis zu seinem Gipfel alle die von uns so eben aufgezählten Uebergänge bemerken. Diese Mannigfaltigkeit kann die Beschreibung, die bei ihrer Angabe besonders darauf zu achten hat, etwas verwickelt machen.

Das Deckblatt kann, wenn der Saum bleibend ist, mit einer erweiterten Gestalt, welche mehr oder weniger an die des Blattes erinnert, seinen Bau und seine grüne Farbe behalten, und man nennt es alsdann blattartig. Ein andermal verkürzt es sich und verdickt sich zu einer Schuppe, oder es verbünnt sich in eine farbige oder durchsichtige Haut, und wird alsdann gewöhnlich von dem Blattscheidetheile gebildet. Ist es auf einen schwachen Bündel reducirt, so nimmt es die Gestalt einer Faser, oder wenn es sehr kurz ist, die einer Granne oder bloß einer kleinen, gewöhnlich starren und schwärzlichen Spitze an.

Oft geht es auch in die Farbe der Blüte über, und die mehr oder minder lebhaften Schattirungen, die man an dieser sieht, findet man entweder schwächer oder eben so dunkel in den Deckblättern wieder, die alsdann gewöhnlich verbreitert sind; die scharlachrothen Deckblätter der **glänzenden Salbei**, die von einigen **Kuhweizenarten**, liefern Beispiele hiezu, die man sich leicht verschaffen kann.

In Folge der Reduction des Saumes auf das Deckblatt ist sein Umfang gewöhnlich ganz; bisweilen ist er jedoch in Zähne, oder in mehr oder minder tiefe Abschnitte ausgeschnitten, z. B. an eben diesen Kuhweizen.

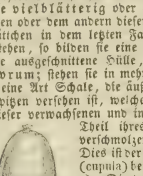
§. 229. Die Deckblätter können lange Zeit oder sogar unbestimmt an der Grundfläche des Blütenstiels bleiben; häufiger aber sind sie gegliedert und fallen frühzeitig ab; darauf muß man besonders Acht haben, um Blütenstände, welche damit versehen sind, nicht als solche zu beschreiben, denen sie abgehen, und demnach ist es räthlich, sich, wenn sie sich noch nicht sehr entwickelt haben, davon zu überzeugen.

§. 230. Die Deckblätter müssen, außer den seltenen Fällen der blattwinkelständigen Blütenstände (§. 225), unter sich die Verhältnisse der Stellung der blütentragenden Blütenstände behalten: wenn diese durch die Reduktion ihrer gemeinschaftlichen Achse von der nämlichen Höhe oder von sehr nahen Punkten, wie bei den Dolden und Blütenköpfen ausgehen, so sind die Deckblätter selbst auf derselben Höhe und bilden um die Achse herum eine Art Quirl oder Rosette, die man gewöhnlich **Hülle** (involucrum) nennt, und wovon jedes von ihnen den Namen **Blättchen**, oder bisweilen nach seiner Consistenz **Schuppe** erhält. Wenn der Blütenstand zusammengesetzt ist, so findet man, außer einer Hülle an der Grundfläche des allgemeinen Blütenstandes solche auch an der Grundfläche eines jeden besondern; diese letztern un-

verscheidet man durch das Diminutiv: Hüllchen (involucellum). Daher sind bei den doldentragenden Pflanzen die Döldchen oft mit Hüllchen versehen (Fig. 187, i''), die allgemeine Dolde aber gehüllt.

Die Blättchen der Hülle können in einem einzigen Kreise stehen und heißen alsdann einreihig (uniserialis), wie dies der gewöhnlichste Fall bei allen diesen doldentragenden Pflanzen ist, oder sie können in mehreren Reihen übereinander stehen, und man nennt sie alsdann mehrreihig (pluriserialis), wie man dies häufig an den sogenannten zusammengesetzten Blüten wahrnimmt. In diesem letzteren Falle bedecken die äußern, an einander gedrängt, den Unterteil der Innern nach Art der Ziegel eines Daches; man nennt sie ziegeldachförmig (Fig. 189, 1. b). Sind sie alsdann zahlreich, so erkennt man ihre allgemeine spiralförmige Anordnung leicht, wenn man sieht, wie sich die secundären Spirallinien mehr oder weniger deutlich abzeichnen; die Deckblätter der Artischocke, das, was man gewöhnlich ihre Blätter nennt, liefern ein gewiß Jedermann bekanntes Beispiel davon. Diese Anordnung gibt sich bisweilen gar nicht kund: dieser Fall tritt ein, wenn die Deckblätter nicht sehr zahlreich sind und sich namentlich in zwei Reihen befinden, in welchen die kleineren äußeren den inneren nicht ähnlich sind. Einige bezeichnen diese letztere Anordnung mit dem Namen außenleichige Hülle.

§. 231. Bald sind alle Blättchen der Hülle unverbunden, bald verwachsen sie unter sich entweder bloß an ihrer Grundfläche oder vollständig; man nennt die Hülle vielblätterig oder einblätterig nach dem einen oder dem andern dieser beiden Fälle. Wenn die Blättchen in dem letzten Falle in einer einzigen Reihe stehen, so bilden sie eine ganze oder in ihrem Umfange ausgeschnittene Hülle, wie z. B. an den Buplerum; stehen sie in mehreren Reihen, so bilden sie eine Art Schale, die äußerlich mit Schuppen oder Spitzen versehen ist, welche die freien Extremitäten dieser verwachsenen und in dem ganzen übrigen



201.

Theil ihres Körpers unter sich verschmolzenen Blättchen sind. Dies ist der Ursprung des Bechers (cupula) bei der Eichel (Fig. 201, c). Die dornige Hülle der Kastanie hat einen ähnlichen; es ist eine Hülle und ihre Lederartige, bräunliche Haut ist ein Hüllchen, das mehrere Blüten enthält, wie dies die Mehrheit der Früchte anzeigt, die man oft in seinem Innern antrifft. Man sieht, wie sich hier jede Aehnlichkeit mit dem Blatte in Folge dieser Verwandlungen und Verwachsungen, die sich oft zwischen unsere Sinne und die klare und leichte Einsicht in die Dinge stellen, gänzlich verwischt hat.

§. 232. In dem Falle, wo die Deckblätter auf mehreren Reihen verwachsen, können sich nur in der Achsel derjenigen Blüten entwickeln, welche ganz oben sind; aber das Nämliche ereignet sich häufig sogar in dem Falle, wo sie unverbunden sind, und in den meisten Fällen hat die ziegeldachige Form die Unfruchtbarkeit in den Achseln aller äußeren Blättchen eines Blütenkopfes zur Folge. Oft entwickeln sie sich um so stärker, und die, welche an ihrer Achsel Blüten tragen, sind sehr verschieden und geringer. Wir wollen hier noch einmal die Artischocke als Beispiel annehmen, deren Fruchtboden, der fleischige Theil, den man ißt, mit jenen unfruchtbaren, langen, dicken und grünen Blättchen begränzt ist und auf seiner ganzen obern Fläche andere kurze, häutige und weißliche Deckblätter mit seinen Blüten vermengt trägt: dies ist derjenige Theil, den man unter dem Namen Fasern wegwirft.

Es gibt mehrere Pflanzen, an denen man unter einer einzigen Blume mehrere von diesen unfruchtbaren Deckblättern findet, die in einer einblätterigen oder vielblätterigen Hülle liegen, die man alsdann Nebenkelch oder Außenkelch genannt hat; die Bibiscus, die Malopen, die Malven und viele andere Malvenarten tragen dieses Kennzeichen an sich.

§. 233. Bisweilen hüllt ein einziges Deckblatt den Blütenstand zum Theile oder ganz ein. Wir haben bereits (§. 207) die Blütenscheide (spatha) genannt, die man an einer ziemlich großen Anzahl monokotyledonischer Pflanzen um eine Aehre von besonderer Natur herum, welche einfach in nen Kolben, zusammengesetzt an dem Palmzweige ist, antrifft. Es ist eine Art umscheidenden Blattes an der Grundfläche, das oft tutenförmig, bisweilen an dem Gipfel bandförmig gerollt, bald grün an dem Arum vulgare (Fig. 185 b) bald farbig, wie an der Calla aethiopica ist. Seine Ränder, welche sich unten dadurch verkürzen, daß sie sich bisweilen verwachsen, spalten sich endlich oft oder trennen sich, wenn der Blütenstand oder die Frucht bei ihrer Vergrößerung, die Wände einer zu eng gewordenen Höhlung zurückdrängt. Ein andermal sieht man, wie sich die Blütenscheide in zwei Theile oder Klappen theilt, weil sie aus zwei abgesonderten oder verwachsenen Deckblättern besteht, wovon aber immer nach dem constanten Gesetze der Abwechslung der Blätter bei den monokotyledonischen Pflanzen, eines das äußere von dem andern ist. An andern höheren Punkten des Kolbens finder man bisweilen an der Grundfläche abgesonderter Blüten oder kleiner Blütengruppen, kleinere Deckblätter, die man alsdann Scheiden nennt. Die Blütenscheide scheint dazu bestimmt zu sein, den Blütenstand in seiner frühen Jugend zu beschützen, denn um diese Zeit hüllt sie ihn immer ein, obgleich sie sich in vielen Pflanzen, wie in den Typha's in den Pothos, nachher nicht mehr in dem nämlichen Verhältnisse entwickelt, an der Grundfläche der Aehre auf die Seite geworfen wird oder sich sogar sehr frühe ablöst. Uebrigens wird eine ganz ähnliche Anordnung bei mehreren dikotyledonischen Pflanzen wahrgenommen, wo diese Hülle, die man alsdann bisweilen der Aehnlichkeit wegen Blütenscheide nennt und die man mit mehrer Recht blütenscheidenartige Hülle nennen sollte, gewöhnlich aus der Vereinigung oder aus der Annäherung von zwei großen gegenständigen Deckblättern entsteht.

§. 234. Bei den Grasarten bemerkt man an der Grundfläche der kleinen Aehren, welche man lange Zeit für ihre Blüte gehalten hat, und welche selbst entweder in so zusammengesetzten Aehren oder in Rispen geordnet sind, eine oder gewöhnlicher zwei grüne Schuppen, die man Bälge nannte, und welche vollkommen das Analoge von diesen Blütenscheiden sind. Wir werden aber Gelegenheit finden, sie später besser kennen zu lernen, wenn wir unter den Pflanzenfamilien von dieser da sprechen werden.

Verwandelte Organe.

§. 235. Wir haben die Pflanze von dem ersten Erscheinen des Embryo an bis zu Erzeugung der Blüte, welche sie endigt, in allen ihren Entwicklungen verfolgt, wir haben gesehen, wie die dem Scheine nach außerordentliche Mannigfaltigkeit ihrer Organe aus der Mannigfaltigkeit der Formen entspringt, welche eine sehr kleine Anzahl von Grundorganen annehmen kann, und wir haben diejenigen untersucht, unter welchen sie in den meisten Fällen erscheinen. Das Studium dieser Verwandlungen, die Bestimmung der Organe unter allen

201. Eine Eichel: — c Becher, der durch das Verwachsen einer großen Menge von Deckblättern gebildet ist, deren unverbundene und spiralförmig gerichte Spitzen man sieht.

Hüllungen, wodurch sie in unsern Augen so mannigfaltig erscheinen, ist eine von den Grundlagen der Botanik, welche ohne dieselbe die zahllosen Arten, die sie zu unterscheiden und zu klassifiziren berufen ist, nicht vergleichen könnte. So wie die Wissenschaft aus ihrer Kindheit herausgetreten ist und einen philosophischen Gang angenommen hat, mußte sie sich also mit dieser Organenlehre beschäftigen, die sich besonders in den neuesten Zeiten durch sinnreiche Theorien und zahlreiche Anwendungen vereinfacht und vervollkommnet hat, und welche durch einen neuen Aufschwung auch einen neuen Namen, den der **Gestaltlehre** (Morphologie von μορφή, Gestalt) angenommen hat. Die Regel, welche die sicherste Führerin in diesem Studium ist, wird aus der Kenntniß der constanten Stellungsverhältnisse der Theile unter sich abgenommen. Wir haben also gesucht, worin diese Verhältnisse bestehen und konnten sie auch dadurch bestätigen, daß wir jedes Organ in allen seinen auf einander folgenden Abstufungen verfolgten, dessen Natur demnach für uns nicht mehr zweifelhaft sein konnte, und daß wir sahen, daß es bei allen seinen Gestaltsverwandlungen diesen Gesetzen der Stellung unveränderlich treu geblieben war. Die schwierigsten Fälle, die, welche fast nothwendig zu einem Irrthume verleiten müssen, bei denen man sich nicht dieses Leitfadens bedienen kann, um sich aus diesem Labyrinthe herauszufinden, sind diejenigen, wo ein Organ ganz genau die Gestalt eines andern annimmt, so daß man ganz natürlicher Weise das eine für das andere halten muß. So haben wir gesehen, daß die Luftwurzeln, besonders an den Kletterpflanzen, oft das Aussehen von Aesten annehmen, und umgekehrt haben wir gefunden, daß Aeste bisweilen das der Wurzeln erhalten, z. B. an dem Erdapfel (§. 190).

Büschelband.

§. 236. Es ist gar nicht selten, an diesen Organen in Folge einer Veränderung, die derselben analog ist, welche wir an dem zu einem Blattstielblatte erweiterten Bandstiele (§. 141) beschrieben haben, das Aussehen eines Blattes zu finden. So geben in den Xylophyllaarten die cylindrischen Aeste in ihren letzten Verzweigungen, grünen, blätterförmigen Ausdehnungen (Fig. 202, r) das Entstehen, an deren Umfang man mit Erstaunen von Weite zu Weite kleine Büschelbüschel zum Vorscheine kommen (f) sieht. Die Blüten des Ruscus androgynus sind auf diese Weise geordnet, und in dem Ruscus aculeatus und hypoglossum entstehen sie auch dem Anscheine nach aus einem ähnlichen Blatte, aber aus seinen Mittelnerven; in diesen Fällen hatte man ehemals einen auf dem Blatte befindlichen Blütenstand beschrieben. Da wir aber gelernt haben, daß man nur an Zweigen Blüten finden könne, so stehen wir keinen Augenblick an, solche durch diesen Umstand allein an diesen vermeintlichen Blättern zu erkennen und bei genauer Untersuchung zeigt sich uns auch das eigentliche Blatt in Gestalt eines kleinen, häutigen Blättchens, aus dessen Achsel das unächte Blatt entspringt. Die Natur trägt bisweilen dafür Sorge, dieses Resultat der Theorie dadurch zu bestätigen, daß sie aus diesen blattförmigen Zweigen andere ähnliche Zweige entstehen läßt, wie sie selbst aus den Aesten entstehen, wie die abgeplatteten, blütetragenden Zweige der indianischen Feigenbäume und andere Cactus, die man mit ihnen vergleichen kann, unter sich entstehen, wie nie eigentliche Blätter aus einander entstehen. Ueberdies ist ihr starrer und holziger Bau auch nicht der Bau dieser letztern.

Man hat Büschelband die gewöhnliche Anordnung der holzichten Büschel eines Zweiges genannt, die, anfangs kreisförmig zu bleiben, sich so parallel neben einander legen, wie eine Binde: Der breite und dicke Kamm (Fig. 203), den man an dem erweiterten Ende einer gewöhnlich in unsern Gärten gezogenen Pflanze der Celosia cristata, sieht, ist eine bandförmig verbreiterte Erweiterung. Man sieht sie auch oft an den Stockknospen des Spargels, an den Zweigen der Esche, des Seidelbastes; hier aber ist sie eine Ausnahme, ein Fall der Mißgestaltheit.

203. 202.

Ranken (Cirrhi).

§. 236. Wir haben schon früher Gelegenheit gehabt, von den Ranken der Weinrebe zu sprechen (§. 185. Fig. 172 v′ v″) und haben gesehen, daß es eine Verwandlung des Blütenstandes sei, bei welcher die Blätter fehlgeschlagen, und die Blütenstiele, die der Zahl nach, und sogar bisweilen auf den primären reduzirt wurden, sich in krautartige und biegsame Fädchen verlängert haben, die im Stande sind, sich um die Körper, die sie antreffen, zu winden. Dies sind alsdann die letzten Verzweigungen eines klimmenden Stammes, die ganz mit seinen jungen Trieben verglichen werden können, sich aber dadurch von den ächten Zweigen unterscheiden, daß sich ihre Blätter nicht entwickeln. Wir wissen, daß diese Ranken bei der Weinrebe, gipfelständige Blütenstände vorstellen, die auf die Seite geschoben wurden und den Blättern gegenständig sind; bei den meisten andern Pflanzen aber, die damit versehen sind, nehmen sie ihren normalen Platz entweder an dem Ende der Zweige oder in der Achsel der Blätter, so z. B. an den Passionsblumen, ein. Es gibt Fälle, wo die Verwandlung nicht vollständig ist, und wo der Blütenstand mit blütentragenden Blütenstielen andere zeigt, die in Ranken verwandelt sind. Sie entspringen bisweilen aus der Verwandlung eines andern Organs, als Zweige und Blütenstiele sind, aus der Verwandlung der verschiedenen Theile des Blattes selber. In diesem Falle verlängern sich die Nerven zu dieser Gestalt, bald der Mittelnerve allein an dem Ende des Saumes entweder ganz einfach, wie z. B. in der Flagellaria indica, Methonica gloriosa, oder häufiger zusammengesetzt, wie an den Erbsen, Wicken, Platterbsen. An diesen gefiederten, in eine Ranke ausgehenden Blättern erzeugt dieses häufig seitenständige Zäschen, die von einer ähnlichen

202. Ein blattförmiger Zweig r der Xylophylla longifolia: — ff Blütenbüschel, die aus ihm hervorkommen.

203. Gipfel an dem Stamme der Celosia cristata, die in eine Art von fleischigem Kamme erweitert sind, der ganz mit spitzigen Deckblättern und mit Blüten am Gipfel versehen ist

Verwandlung der oberen Blättchen herrühren. Man sieht sehr oft das Parenchym an diesen so verwandelten und entweder an ihren Hauptnerven, wo alsdann die Ranke ästig ist oder an ihren Mittelnerven, wo die Ranke wie z. B. in der Lathyrus aphaca einfach ist, reduzirten Blättern ganz verschwinden. Da der Mittelnerve und der Blattstiel die Fortsetzung eines und desselben Büschels sind, so nennt man diese Ranken blattstielständig.

Sehr selten verlängern sich die seitenständigen Büschel des Blattscheidetheiles zu Ranken und das Blatt zeigt alsdann zwei, die von seiner Grundfläche nach Art der Nebenblätter ausgehen, eine auf jeder Seite; dies scheint ihr Ursprung in den Stechwinden zu sein.

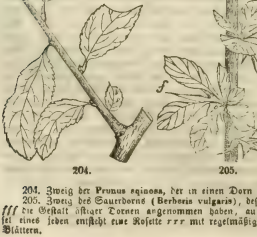
In allen Fällen erlaubt es der Ausgangspunkt der Ranken, zu bestimmen, welches Organ auf diese Weise verwandelt worden ist. Entspringt sie aus der Verwandlung mehrerer Achsen von verschiedenem Range, wie z. B. an der Weinrebe, so bemerkt man oft bei dem Entstehen einer jeden seitenständigen Faser ein kleines, verkümmertes Blatt, und sie ist alsdann in Beziehung auf dasselbe winkelständig.

Dornen (Spinae).

§. 238. Eine andere ganz verschiedene und fast umgekehrte Form, in welche sich oft alle diese Organe verbilden, ist die des Dorns. Anstatt einer biegsamen und weichen Faser, wie man sie an der Ranke fand, hat man einen kleinen, verkürzten, steifen, in eine Spitze auslaufenden, gleichfalls einfachen oder ästigen Zweig.

An den Zweigen findet man diese Verwandlung am häufigsten. Bald sind es alle Zweige einer Pflanze, wie an den Stechginstern, den Colletia bald nur die letzten und bisweilen sogar nur das äußerste Ende, das sich, anstatt sich zu einer gipfelständigen Knospe zu verdichten, zuspitzt, und verhärtet. Diese dornigen Zweige können noch zum Theile ihren Charakter behalten, wenn sie Blätter, und sogar Blüten bekommen, wie z. B. an dem dornigen Pflaumenbaume (Fig. 204) oder denselben, wenn sie auch in ihrer ganzen Ausdehnung nackt sind, vollständig nach außen verlieren, wie in der Gledistschia. Die anatomische Untersuchung ihres Inneren zeigt aber immer eine Struktur, die mit der des Zweiges identisch ist.

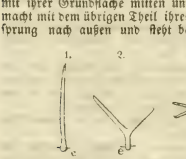
Seltener gehen die Blütenstiele in Dornen aus, z. B. in dem Alyssum spinosum.


r
r
r

denen wir uns so eben beschäftigt haben, und mit welchen man sie lange Zeit verwechselt hatte. Die des Rosenstockes, wie man sie gewöhnlich nennt, können uns zum Beispiele dienen. Wenn wir sie äußerlich betrachten, so sehen wir sogleich, daß sie keine beständige Stelle an dem Aste einnehmen, indem sie bald ohne Ordnung von einander entfernt, bald einander genähert sind; wir sehen auch, daß sie nur schwach an demselben hängen, und sich ohne Bruch durch eine geringe Anstrengung von demselben ablösen lassen. Ihre mikroskopische Untersuchung zeigt, daß alle aus einem Zellgewebe bestehen, das dem der korkartigen Hülle ähnlich, und wie dieses bald trocken ist, das nur Leben an der Grundfläche hat, wodurch es sich vergrößern kann, und das an seiner ganzen Oberfläche dick und hart ist. Diese Stacheln des Rosenstockes dürfen also nicht mit denen verglichen werden, welche aus der Verwandlung eines Grundorgans oder eines seiner Theile entspringen, und welche gerade dadurch eine regelmäßige Stellung und ein aus Fasern und Gefäßen bestehendes Gewebe annehmen. Man könnte sie mit mehr Recht mit den Haaren vergleichen, von welchen sie sich bloß durch größere Dicke, und durch die Anhäufung zahlreicherer Zellen, aus denen sie bestehen, unterscheiden. Die Stacheln zeigen sich nicht bloß auf dem Stamme und seinen Verästungen, sondern an den Blättern und selbst auf den Theilen der Blüte, die am meisten den Charakter von diesen behalten, aber fast ausschließend an den Blattstielen und den Nerven. Ihre Gestalt ist gewöhnlich die eines bisweilen geraden, sehr häufig aber hakenförmigen und gewöhnlich nach einer Richtung hin abgeplatteten Konus.

Haare (Pili).

§. 241. Wir haben schon mehreremale Gelegenheit gehabt von den Haaren zu sprechen, aber bloß in ihrem einfachsten Zustande, wenn jedes aus der Verlängerung einer einzigen epidermischen Zelle entspringt (Fig. 87). Diese Zelle, welche mit ihrer Grundfläche mitten unter den andern steckt, macht mit dem übrigen Theil ihres Körpers einen Vorsprung nach außen und steht bald senkrecht auf der

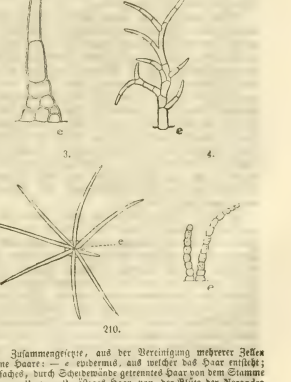


209.

Oberfläche der Epidermis (Fig. 209, 1), bald schief entweder gewöhnlich von unten nach oben oder in entgegengesetzter Richtung (rückwärts gerichtete Haare, pili retrorsi, Fig. 87), endlich bald fast ganz parallel (angedrückte Haare, pili adpressi, Fig. 214). Ihre Oberfläche ist glatt oder sehr oft ganz mit kleinen Rauhigkeiten versehen (Fig. 208, 4). Ihre gewöhnlichste Gestalt ist die eines langen und dünnen Konus, einer Nadel (Fig. 209, 1); sie kann aber auch bisweilen fast cylindrisch sein, und sogar an ihrem Gipfel zu einer Keule anschwellen. Endlich kann sie zu gleicher Zeit in zwei oder mehrere Richtungen auslaufen (Fig. 209, 2) ästig werden (Fig. 209, 3), obgleich sie beständig im Innern eine einzige stetige Höhlung hat. Nicht immer an ihrer Grundfläche, bisweilen auf einer gewissen Höhe verästet sie sich auf diese Weise.

Viele Haare werden auch nicht durch eine einzige Zelle, sondern durch eine Reihe von Zellen, die an ihren Enden mit einander vereinigt sind, gebildet; und da die in Berührung befindlichen Flächen, an welchen sich diese Zellen auf einander legen oder sich vereinigen, die Stetigkeit des Haares durch eben so viele Scheidewände zu unterbrechen scheinen, so nennt man es alsdann durch Scheidewände getheilt. Uebrigens sind diese verschiedenen Formen fast die nämlichen, wie wenn es aus einer einzigen Zelle gebildet wäre; die eines Konus, wo die über einander liegenden Zellen von unten nach oben abnehmen (Fig. 210, 1) oder eines Cylinders, wo sie von gleichem Durchmesser sind, oder einer Keule, wo sich die obern erweitern, oder eines mehr oder weniger verästeten kleinen Baumes (Fig. 210, 2). Wenn mehrere Haare aus einem gemeinschaftlichen Mittelpunkte hervorkommen, so bilden sie einen Pinsel (pinselförmige Haare, pili penniciliati), oder einen Stern (sternförmige Haare, p. stellati oder radiati, Fig. 210, 3), je nachdem sie schief oder parallel mit der Oberfläche der Epidermis fortlaufen. Diese letzteren Anordnungen sind in ganzen Pflanzenfamilien, z. B. in den Malvenarten, charakteristisch. Von den an ihren Enden vereinigten Zellen muß nicht jede in ihrer Länge einen gleichen oder stufenweise abnehmenden Durchmesser haben, sie können sich aber entweder in ihrer Mitte oder, was gewöhnlich ist, gegen das Ende hin verjüngen, und dadurch bekommt das Haar ein rosenkranzförmiges oder perlschnurförmiges Aussehen (p. moniliformes, Fig. 210, 4).

Das zusammengesetzte Haar besteht nicht immer aus einer einzigen Reihe von Zellen, man findet



210.

209. Haare, die aus einer einzigen aus der Epidermis e hervorkommenden Zelle gebildet sind: — 1. Einfaches Haar; — 2. zweigabliges Haar von dem Sysimbrium sophia; — 3. ästiges Haar von dem Blatte der Arabis alpina.

210. Zusammengesetzte, aus der Vereinigung mehrerer Zellen entstandene Haare: — e epidermis, aus welcher das Haar entsteht; — 1. einfaches, durch Scheidewände getrenntes Haar von dem Stamme der Bryonia alba; — 2. ästiges Haar von der Blüte der Neeandra anomala; — 3. sternförmiges Haar von dem Blatte der Althaea rosea; — 4. perlschnurförmiges Haar von der Lychnis chalcedonica. Seine ganze Oberfläche zeigt kleine Rauhigkeiten.

bisweilen mehrere, die in gleicher Höhe neben einander liegen. Dies ist der erste Uebergang in den flachelartigen Zustand, welcher sich jedoch darin von demselben unterscheidet, daß er aus einer tieferen Schichte kommt.

Die mikroskopische Untersuchung zeigt die Zellen der Haare, als ob sie aus einer gedoppelten Haut beständen. So haben wir (§. 48, Fig. 93) gesehen, daß sich die Deckhaut der Epidermis über die Haare wie über die ganze übrige Epidermis erstreckt und für sie eben so viele Scheiden macht, durch welche die eigentliche Haut eines jeden Haares mit einer andern äußeren Haut überzogen wird.

§. 242. Die Haare, welche aus einem gemeinschaftlichen Mittelpunkte auslaufen, vereinigen sich bisweilen wahrscheinlich vermittelst jener Deckhaut, die ihr Ganzes einhüllt, mit einander, und bilden alsdann statt eines Sternes eine Art häutiger Platte (Fig. 211), die bloß durch ihren Mittelpunkt mit der

211

Fläche zusammenhängt, die sie trägt, und welche sich leicht von derselben ablösen läßt, wie sich die kleinen Schuppen durch Abschuppung von der Haut losmachen. Man hat daher diese Haare schuppig oder schildförmig (p. squamosi seu scutati) oder nach einem aus dem Griechischen entlehnten Worte Schüfern (lepides) genannt. Sie haben gewöhnlich einen glänzenden und oft gleichsam metallischen Reflex, wie z. B. auf den Blättern der Elaägneen.

Man kann neben ihnen andere kleine schuppenförmige oder häutige Ausdehnungen anführen, welche anstatt an der Oberfläche durch einen centralen Punkt zu hängen, mit ihr an ihrem breitesten Rande zusammenhängen. Es ist alsdann gleichsam eine Falte der Epidermis, oder, wenn man will, ein zusammengesetztes Haar, das aus der Vereinigung einer großen Menge von Zellen gebildet und anstatt in die Länge, in die Breite gezogen ist. Man nennt diese Haare ausschlagschuppig oder spreuschuppig (pili ramentacei oder mit einem einzigen Worte, ramenta seu vaginellæ). Vorzüglich entwickelt trifft man sie an den Blattstielen und den Säumen der Blätter der meisten Farnkräuter an. Ihre Farbe wird gewöhnlich bräunlich.

§. 243. Begreiflich kann man, wenn die Haare nur eine gestreckte, über die andern hervorragende Zelle ist, solche überall antreffen, wo ein solches Hervorragen möglich ist, und man findet sie auch wirklich in den inneren Höhlen einiger Pflanzen, z. B. in den Gruben des Stammes oder des Blattstieles der Nymphæa und anderer Wasserpflanzen. Diese innere Erzeugung ist aber äußerst selten, und auf der Epidermis der verschiedenen Theile der Pflanze findet man sie gewöhnlich, vorzüglich auf den Theilen, welche der Luft ausgesetzt sind, obgleich man sie auch an andern sieht, die dagegen verwahrt sind, wie z. B. an dem Samen oder an der Oberfläche des Samenfaches, das ihn enthält, und sehr häufig an den jungen Wurzeln, wie wir schon anderswo gesagt haben (§. 115).

In großer Menge kommen sie oft an den Zweigen und an den Blättern vor; bei diesen letzteren zeigen sie sich weit häufiger und in weit größerer Menge an der untern Fläche und an den Nerven und Blattstielen. Ihr Dasein und ihre Verrichtungen scheinen mit der Jugend dieser Theile, mit dem Zuströmen der Flüssigkeiten, von welchen sie alsdann strotzen und mit der Thätigkeit der Ausdünstung, welche eine natürliche Folge davon ist und die sie wahrscheinlich zu mäßigen bestimmt sind, in Verbindung zu stehen. In dem Verhältnisse, als sich die Flächen durch die Ausdehnung der alternden Theile vergrößern, findet nicht immer eine verhältnißmäßige Erzeugung von neuen Haaren Statt. Diejenigen, welche sie mit einem dicken Ueberzuge bekleideten, decken, da sie durch einen immer wachsenden Raum von einander getrennt werden, denselben endlich höchst unvollständig. Diese Ursache macht, daß die Haare, welche auf den jungen Trieben oft in so großer Menge vorhanden waren, nachdem diese eine gewisse Entwicklung erlangt haben, verschwunden zu sein scheinen. Bisweilen lösen sie sich wirklich ab oder vertrocknen und selten findet man sie auf der Rinde verwachsener Aeste der holzichten Pflanzen.

§. 244. Wir haben die gewöhnlichsten Formen der einzeln betrachteten Haare angegeben. Gewöhnlich hält man sich in den Beschreibungen bei denen auf, die mit dem bloßen Auge oder mit dem Vergrößerungsglase wahrgenommen werden können und sagt, sie seien einfach oder auf die eine oder auf die andere Weise ästig, ohne zu untersuchen, ob sie einzellig oder vielzellig seien, was übrigens von keiner großen Wichtigkeit ist, weil man beide Arten neben einander antrifft.

Die Beschreibung macht sich aber vorzüglich daran, das Aussehen anzugeben, das aus der Vereinigung von mehr oder weniger Haaren auf einem Theile der Pflanze entsteht, und es bleibt uns nur noch übrig die hauptsächlichsten Modifikationen anzugeben, die man in dieser Beziehung wahrnimmt, und durch welche Wörter man sie bezeichnet. Diese Wörter sind folgende:

Kahl (glaber), Zustand einer Fläche, die durchaus kein Haar zeigt. Abgehaart (glabratus), welche ihr Haar verloren hat.

Flaumhaarig (pubescens), mit weichen, sehr kurzen und etwas dünn gesäeten Haaren versehen; von einem Flaume (pubes), der mit dem an dem Kinne eines Jünglings zu vergleichen ist.

Zottig (villosus), mit langen, weichen, etwas schiefen Haaren versehen.

Seidenhaarig (sericeus), mit fest anliegenden, seidenartigen Haaren von mehr oder minder glänzendem Reflexe.

Steifhaarig, kurzsteifhaartig (hispidus hirtus), mit steifen, nicht niederliegenden Haaren besetzt; rauhhaarig (hirsutus) hält das Mittel zwischen diesem Zustande und dem, den man durch zottig bezeichnet.

Sammethaarig (velutinus), mit einem weichen, sammetartigen Flaume überzogen.

Filzig (tomentosus), mit krausen, baumwollartigen Haaren bedeckt, die zu einer Art Filz verworren sind. Dieser Zustand entspringt gewöhnlich aus der Anhäufung pinselförmiger oder in Raken auslaufender Haare.

Wollig (lanatus, lanuginosus), mit langen, weichen, wollartiggekreuzten Haaren.

Schülfrig oder schildrig (lepidotus), mit schuppigen Schildern bedeckt.

Ausschlagschuppig, knospenschuppig (ramentaceus), mit trockenhäutigen Haaren besetzt.

211. Schuppe oder schildförmiges Haar von dem Blatte einer Elaagneenart (Hippophae rhamnoides).

Wenn man die Haare nicht mehr auf einer Oberfläche, sondern an ihrem Rande, über den sie hinausragen, betrachtet und sie etwas steif und von einander entfernt sind, so erhalten sie den Namen Wimperhaare (ciliae); stehen sie büschelweise beisammen, so sind es Bärte (barbae), wovon man das Beiwort gebartet (barbatus) ableitet.

Wir glauben nicht nöthig zu haben, die Schattirungen zu erklären, die man mit den Diminutiven: ziemlich kahl (glabriusculus), schwach behaart (pilosiusculus), schwach oder kurzzottig (villosiusculus), schwachfilzig (tomentosulus), schwachborstig (hispidulus), mit schwachen Wimpern (ciliolulatus), ausdrückt, um den Zustand einer Fläche anzugeben, wo die Haare vergleichungsweise kürzer, dünn gesäet sind.

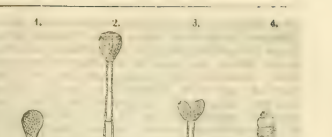
Drüsen.

§. 245. Man nennt Drüse bei den Pflanzen wie bei den Thieren einen Apparat, der irgend eine Flüssigkeit von einer besondern Natur und ganz verschieden von denen, welche in dem übrigen Theile des Körpers enthalten sind, enthält, eine Flüssigkeit, welche die Thätigkeit der Organe, worauf dieser Apparat besteht, absondert, das heißt, aus den Materialien zieht, die mit ihnen in Verbindung stehen. Bei der Pflanze hat immer ein Zellgewebe dieses Geschäft, und es unterscheidet sich durchaus nicht von demjenigen, das wir bisher kennen lernten. Man erkennt es nur an seinem Inhalte; es ist aber unmöglich aus seiner Gestalt einen Schluß auf seine Wirkung zu machen. Daher sind auch Organe, die man beizutage für drüsenartig hält, lange Zeit mit andern verwechselt worden, welche keine besondere Flüssigkeit absondern, wie z. B. die Haare. Die Haare sind es, denen man den Namen drüsig gab.

246. Drüsige Haare. — Diese absondernden Haare behalten sogar bisweilen ohne die geringste Modifikation eine von den Formen bei, die wir so eben durchgegangen haben. Man sieht nichts Verschiedenes an denselben, außer die Flüssigkeit, die sich in ihren letzten Zellen anhäuft und aus denselben durchsickert. Gewöhnlicher aber verbindet sich die absondernde Eigenschaft mit einer unbedeutenden Gestaltveränderung, mit einem gipfelständigen Anschwellen. Ist das Haar aus einer einzigen Zelle gebildet, so erweitert sie sich entweder ganz * oder bloß an ihrem Gipfel, in eine Kugel, in ein Ei, in eine Keule (Fig. 212. 1.); besteht es aus mehreren Zellen, so sondern immer die höchsten ab: bald eine einzige (Fig. 212. 2.) die letzte, die in einer von den so eben angegebenen Formen erweitert worden ist; bald mehrere gipfelständige, die entweder Ende an Ende (Fig. 212, 4) oder in gleicher Höhe neben einander (Fig. 212, 3) oder vier kreuzförmig stehen u. s. w., bald endlich mehrere, die in eine einzige das Anschwellen bedingende Masse vereinigt sind.

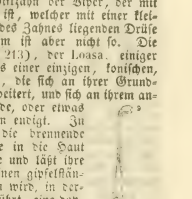
Die andern, unten liegenden Zellen zeigen ihre gewöhnliche Gestalt und erheben die einfache oder vielfache Drüsenzelle, die alsdann kurzgestielt genannt wird, in dem sie dieselbe an der Epidermis befestigen.

§. 247. Als ganz anders gebildet hat man die Brennhaare (setae urentes) geschildert, die, deren Stich ein lebhaftes Jucken erregt, z. B. der Brennnessel. Man hatte wirklich angenommen, daß



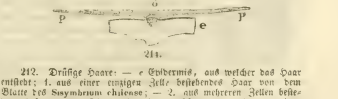
212.

sich die abgesonderte Flüssigkeit in einem Haufen drüsiger Zellen, der unter der Epidermis liege, befinde, und daß aus der Mitte dieses Haufens das Haar hervorkomme, dessen Röhre zum Ausfluß des Giftes diene, und es in die Wunde laufen lasse, gerade wie der Giftzahn der Viper, der mit einem Kanale durchbohrt ist, welcher mit einer kleinen, an der Grundfläche des Zahnes liegenden Drüse in Verbindung steht; dem ist aber nicht so. Die Haare der Nesseln (Fig. 213), der Loasa. einiger Jatropha bestehen alle aus einer einzigen, konischen, langen und steifen Zelle, die sich an ihrer Grundfläche b zwiebelförmig erweitert, und sich an ihrem andern Ende entweder gerade, oder etwas seitwärts in ein Knöpfchen endigt. In dieser Zelle bildet sich die brennende Flüssigkeit, und wenn sie in die Haut eindringt, so zerdrückt sie und läßt ihre Spitze, die durch den kleinen gipfelständigen Knopf zurückgehalten wird, in derselben stecken. Daher rührt eine doppelte Ursache zum Reize, das Dasein eines fremdartigen Körpers und die besondere Eigenschaft seines Inhalts.



213.

§. 248. Man versetze auch unter die Brennhaare die von einigen Malpighien (Malpighia urens. lucata etc.) (Fig. 214), die durch ihre Gestalt, nämlich die eines indischen Kahnes, der auf dem Blatte liegt, an welchem er in seiner Mitte hängt, merkwürdig sind. Dieser Mitte entspricht eine kreisrunde Oeffnung, die in einen Kanal führt und durch eine kleine, gegen die Oberfläche des Blattes liegende Drüse (g) verstopft ist. Man vermuthete, daß, wenn das Haar in die Haut eindringe, es eine, von dieser Drüse abgesonderte Flüssigkeit in dieselbe laufen lasse.



214.

212. Drüsige Haare. — e Epidermis, aus welcher das Haar entsteht; 1. aus einer einzigen Zelle bestehendes Haar von dem Blatte des Smyrnbrium chilense; — 2. aus mehreren Zellen bestehendes Haar, das sich in eine einzige absondernde endigt von dem Blüthenstiele des Anterrhinum majus; — 3. Haar, das aus mehreren Zellen besteht, und sich in zwei neben einander stehende Zellen endigt von dem Blüthenstiele des Lycopsachia vulgaris; 4. Haar, das aus mehreren Zellen und mehreren an ihren Enden vereinigten absondernden Zellen besteht von dem Gemmulbanum.

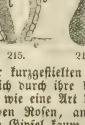
213. Konisches Haar von der Urtica dioica, das sich an seiner Spitze c in eine knichwellung oder Knopf, an seiner Grundfläche in eine große zwiebelartige Verweiterung b endigt. Diese Grundfläche ist von Zellen der Epidermis e e umgeben, die sich um sie herum erhebt, um ihr gleichsam zur Stütze zu dienen. In der Höhlung des Haares sieht man Strömungen von einer körnigen Materie ff.

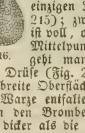
214. Haar der Malpighia lucata auf einem Epidermisblättchen: — g Drüse, die sie vereinigt, indem sie auf der einen Seite in die Epidermis, auf der andern in die, mitten im Haare befindliche, Oeffnung hineingeht.

* Unter diese auf eine oberflächliche und fast sitzende Zelle reinzelte Drüsen muß man jene gelbliche Körner bringen, die man unter dem Namen Lupulinen kennt, und die man in so großer Menge auf den Blättern, Deckblättern und Blüten des Hopfen findet. Es sind eben so viele einfache, mit einer Flüssigkeit und bittern, harzigen Stoffen angefüllte Bläschen, die sich endlich verhärten und allein bleiben, und in welchen sich die Eigenschaften kennen, um deren willen die Pflanze so allgemein angewendt wird.

Aber dieses sehr steife Haar mit seinen äußerst dicken Wänden, besonders an seinen beiden Spitzen, ist an seinen Endpunkten nicht offen und zerbricht auch nicht in der Wunde, wie man sich leicht davon überzeugen kann, wenn man es herausgezogen hat; es kann demnach auch keine Flüssigkeit in dieselbe laufen und reizt sie nur wie ein gewöhnlicher Dorn; der Reiz hört augenblicklich auf, so wie es herausgezogen ist. Man hat diesen liegenden, festen und einer Drüse in ihrer Mitte entsprechenden Haaren den Namen der Malpighischen gegeben und verwechselt sie oft mit allen liegenden kahnförmigen Haaren. Der Mangel an Drüsen bei allen diesen läßt sie von denselben genau unterscheiden.

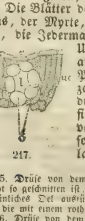
§. 249. **Eigentliche Drüsen.** — Der Uebergang der drüsigen Haare zu den Drüsen ist beinahe unmerklich. Wenn man einen Haufen von absondernden Zellen ohne Blütenstielchen hat, der aber durch eine Verengung mit der Epidermis verbunden ist, ist es ein zusammengesetzes sitzendes Haar? ist es eine oberflächliche, kurzgestielte Drüse? Uebrigens liegt wenig an dem Namen. Man bemerkt alsdann zwei Modifikationen von einigem Belange; erstens die Drüse hat inwendig eine Höhlung, deren Hülle ihre Zellen in einer einzigen Reihe bilden (Fig. 215); zweitens, die Drüse ist voll, ohne eine Grube im Mittelpunkte. Auf diese Art geht man stufenweise von dieser kurzgestielten Drüse (Fig. 216) zu der über, die sich durch ihre breite Oberfläche ganz unbeweglich, wie eine Art Warze entfaltet. So findet man an den Blosen, an den Brombeerstauden Drüsen, deren Gipfel kaum dicker als die Grundfläche ist.


215.


216.

§. 250. Ein andermal liegen die Drüsen innen, in die Dicke des Rindenparenchyms vertieft, gewöhnlich aber sehr oberflächlich und unmittelbar unter der Epidermis und selbst alsdann sieht man sehr oft, daß sie über dieselbe hervorragen, und von dieser bisweilen in etwas modifizirten Epidermis, die ihnen folgt und sich nach ihnen abformt, überzogen werden, oder auch daß die unterbrochene Epidermis einen obern Theil der bloßliegenden Drüse einrahmt.

251. Unter diesen inneren Drüsen muß man diejenigen unterscheiden, die man blasig genannt hat und die, mit durchsichtigen Wänden versehen, ein farbloses oder unmerklich gefärbtes flüchtiges Oel absondern und sich in Gestalt durchsichtiger Punkte auf dem grünen Grunde des Blattes, das sie trägt, zu erkennen geben, wenn man durch dasselbe durchsieht. Die Blätter des Johanniskrauts, des Orangebaums, der Myrte, der Raute (Fig. 217) sind Beispiele, die Jedermann kennt und können zu dieser Untersuchung dienen. Man sieht an denselben diese durchscheinenden Punkte, wie sie von einer kleinen Anzahl von Zellen g, die größer als die des umgebenden Zellgewebes uc sind, gebildet und locker unter sich verbunden sind. Sie entfernen sich sogar bisweilen von einander und lassen eine Centralgrube l zwischen


217.

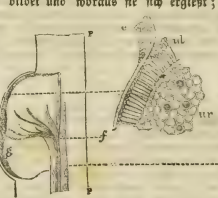
215. Drüse von dem Blütenstiele des **Dictamnus albus**, der senkrecht so geschnitten ist, daß er seine centrale Höhlung l zeigt, die ein grünliches Oel ausschließt und dessen Hülle eine Zellenschicht e bildet, die mit einem rothen Safte angefüllt ist: — e Epidermis.

216. Drüse von dem dunderblättrigen Blosenstocke. — Es gibt deren von verschiedenen Gestalten; — e Epidermis.

217. Blattige Drüse von dem Blatte der **Ruta graveolens**: — g die Drüse, welche von drei großen durchsichtigen Zellen gebildet ist, die von einander so abstehen, daß sie eine Centralgrube l bilden; — e Epidermis von der obern Blattfläche; — uc, uc, Zellen, der gestreckt und von andern Formen sind, in denen sich das Chlorophyll befindet und die das grüne Gewebe des Blattes bilden.

sich, in welcher sich die Flüssigkeit sammelt. Dies sind die Drüsen, welche fast ganz die Schale der Pomeranzen ausfüllen. Auf ihrer weißen Blüte bemerkt man sie als eben so viele kleine grüne Flecken, was diese Farbe in der Flüssigkeit, trotz ihrer Durchsichtigkeit beweist.

Die Behälter der eigentlichen Säfte, der Gummi und der Harze, die man als ganz verschieden von den Drüsen ansieht, sind Gruben mit einer Wand von ganz besonderen Zellen, in welchen sich ihre Flüssigkeit bildet und woraus sie sich ergießt; sie nähern


218.

sich demnach sehr den Blasen, wovon sie sich durch ihre tiefere Lage unterscheiden.

§. 252. Der meiste Theil der inneren Zellen ist im Gegensatze zu denen, welche wir so eben untersucht haben, undurchsichtiger, aus kleineren Zellen als das umgebende Gewebe gebildet und sehr innig mit einander verbunden; sie bilden also auf diese Weise durch ihre Entfernung keinen centralen Behälter und gestatten höchstens, daß sich in ihrer Dicke einige zufällige Gruben bilden. Bisweilen zeigt, und dies bemerkt man wenigstens an den Malpighiaceen (Fig. 218), die ganze Oberfläche der Drüse eine Schichte von Zellen ul, die von denen, welche die innere Masse bilden, ganz verschieden ist. Dies sind gleichsam eben so viele stumpfe und sehr feine Haare, welche die Oberfläche dadurch, daß sie dieselbe vervielfältigen sammetartig machen.

§. 253. Die von den Drüsen gebildete Materie ist bald dünnflüssig, bald dick, und nach den Pflanzen, in welchen sie sich erzeugt, von sehr verschiedener Natur. Wir haben gesehen, daß sie sich in dem Innern der Zellen, welche sie bilden oder in benachbarten Behältern anhäuft. Sie ergießt sich oft nach außen, entweder weil ihre äußere Oberfläche selbst absondernd ist, oder vielmehr, weil ein Durchschwitzen durch die Zellenwand stattfindet. In Berührung mit der Luft ändert sie nun häufig ihre Natur; sie verdickt oder concentrirt sich und in diesem letzteren Zustande findet man sie äußerlich sehr oft.

§. 254. Man hat ein gewisses Verhältniß zwischen den Drüsen und den Luftgefäßen angegeben, von welchen man sogar glaubte, daß sie zu der Zusammensetzung auch der vollkommensten gehören. Wir haben gesagt, daß das Drüsengewebe ganz aus Zellen bestehe. Darum ist es aber doch eben so wahr, daß sich die Luftgefäße oft in ihrer Nähe zeigen und wenn auch nicht ihr eigenes, doch wenigstens das umgebende

218. Vertikaler Schnitt einer Drüse an der Grundfläche des Blattstiels der **Hiraea chrysophylla** — p Theil des Blattstiels; — g Drüse, die mit ihm verbunden und mit der Epidermis e übergezogen ist; — f Gefäßbündel, welcher längs der Drüse hingeht und die einige Verästungen zuzuführen scheint. — Man hat kleine Stücke der nämlichen Theile um vieles vergrößert daneben gezeichnet; erstens, einen Theil des drüsigen Gewebes mit seiner Epidermis e, seinen inneren, abgerundeten Zellen ur, wovon einige Krystallisationen enthalten, und seinen äußeren langen und kolbenförmigen Zellen ul; zweitens, einen Theil des aus Fasern und Gefäßen bestehenden Bündels, der an seinem Mittelpunkte aus Luftgefäßen r, mehr nach außen aus dünnen, getrockten Zellen c besteht.

Gewebe durchdringen (Fig. 218 f). Man sieht sie sogar bisweilen bis an den Fuß der kurzgestielten Drüsen, z. B. in der Drosera kommen. Haben sie darum etwas in ihren Verrichtungen mit einander gemein, oder ist es nicht eine natürliche Folge, daß sich diese beiden Organe, die sich in den jungen Theilen, bloß in denen, die von einem Jahre gebildet sind, ganz gleich entwickelt haben, oft in der Nähe mit einander befinden müssen?

Verrichtungen der Pflanzenorgane.

§. 255. Wir haben die Organe der Pflanze von ihrem ersten Erscheinen im Embryonenzustande bis zu ihrer Blüte untersucht. Da diese Organe, mit denen wir uns bisher beschäftigt haben, alle zu dem eigentlichen Leben der Pflanze, wovon sie einen Theil ausmachen, beitragen, so werden sie unter dem Collectivnamen Pflanzenorgane von den Reproduktionsorganen unterschieden, welche in der Blüte zur Erzeugung neuer Embryonen beitragen, wovon jeder dazu bestimmt ist, seinerseits sein eigenes Leben zu führen und den nämlichen Kreis in seiner progressiven Entwicklung zu durchlaufen. Ehe wir zu der Untersuchung dieser neuen Ordnung von Organen übergehen, haben wir noch zu Ergänzung der Geschichte der ersteren, welche wir aus dem organographischen Gesichtspunkte, d. h. in ihrem Baue, in ihrer Gestalt und in ihrer Anordnung betrachtet haben, sie aus ihrem physiologischen Gesichtspunkte, in ihren Verrichtungen, in ihrer Lebensthätigkeit zu betrachten.

§. 256. Wir haben (§. 32—35) die ersten Veränderungen verfolgt, welche die junge Pflanze zeigt, wenn sie durch sich selbst zu leben anfängt oder mit einem Worte, wenn sie keimt. Ist ihr Keimen vollendet, so steht sie mit ihrem unteren Theile, ihren Wurzeln, mit der Erde, mit ihrem oberen Theile, ihrem Stamme und ihren Blättern mit der Luft in Verbindung. Ihre Wurzeln saugen die Flüssigkeiten der Erde oder jedes andern feuchten Mittels ein, in welchem sie sich befinden: diese Verrichtung wird Einsaugung genannt. Befindet sich die Flüssigkeit einmal in der Pflanze, so durchläuft sie nach allen Richtungen ihr Gewebe, in welchem, wie wir (§. 17) gesehen haben, die Verbindungsmittel auf eine wundervolle Weise vorbereitet sind; dies nennt man Circulation, ein Ausdruck, den man der Zoologie entlehnte, obgleich bei den Thieren die ähnliche Verrichtung durch verschiedene Kräfte und auf eine verschiedene Weise bewirkt wird. Die Flüssigkeit, welche den Namen Saft annimmt, wird auf ihrem Wege, namentlich auf der ganzen Oberfläche desjenigen Theils der Pflanze, der mit der Luft in Berührung kommt, modifizirt; diese Wirkung der Luft auf den Saft ist die Respiration. Der auf diese Weise vervollkommnete Saft ist nun tauglich geworden, die Gewebe zu ernähren, d. h. vermittelst der ihnen ähnlichen Theile, die schon vorhandenen Theile zu stärken und andere von gleicher Natur hervorzubringen: daraus entspringt die Ernährung oder Assimilirung. An einigen Punkten liefert sie indessen mehr oder weniger verschiedene Stoffe, die entweder zu einem speciellen Gebrauche bestimmt sind, oder bei Seite gelegt werden, um später einer neuen Ausarbeitung unterworfen zu werden, oder die der Pflanze unnütz, ja sogar schädlich sind, und welche sie aus dem lebenden Gewebe auswirft. Dies sind die Absonderungen, welche in dem letzteren Falle zum Auswurfe bestimmte genannt werden. Dies ist das Ganze der Verrichtungen, die der Pflanze und dem Thiere gemeinschaftlich sind. Wenn wir sie ausführlich untersucht haben werden, so können wir einen Blick auf die Verschiedenheiten werfen, welche in den beiden Reichen der organisirten Wesen obwalten.

Einsaugen der Wurzeln.

§. 257. Wir haben (§. 115) gesehen, daß die Wurzeln mit einer stetigen Zellenschichte ohne Oeffnungen überzogen sind. Wie kann die sie berührende Flüssigkeit in sie eindringen, wie geht sie von ihnen in alle andere Höhlungen über, woraus das Zellgewebe besteht, und die unter sich durch dünne Häute geschieden sind? Zwar können die Flüssigkeiten durch die Häute kommen, damit aber diese durch sie durchgehen, müssen sie von einer hinreichenden Kraft dazu bestimmt werden. Durch die, welche Dutrochet Endosmose nannte, und so klar kennen lehrte, wird es möglich, sich nicht bloß das Einsaugen durch die Wurzeln, und das, was hinter einander von Zelle zu Zelle stattfindet, sondern auch einen Theil der Circulation bei den Pflanzen vollkommen zu erklären, was vor dieser Entdeckung unerklärlich geblieben war.

Wenn eine kleine Blase, deren Wand eine Haut ist, sie mag jetzt nun animalisch oder vegetabilisch sein, wie z. B. die Hülle vom Schaflinsenbaume, in das Wasser versenkt wird und selbst eine dichtere Flüssigkeit enthält, wie z. B. Zucker- oder Gummiwasser, so werden die beiden Flüssigkeiten streben, sich in ein Gleichgewicht der Dichtheit zu versetzen, und es wird durch die Wände eine doppelte Strömung stattfinden, eine von außen nach innen von Seite des reinen Wassers zu dem Zuckerwasser, die andere von innen nach außen von Seite des Zuckerwassers zu dem reinen Wasser. Die beiden Flüssigkeiten aber dringen nicht mit gleicher Leichtigkeit, mit gleicher Geschwindigkeit durch die Haut, die weniger dichte geht schneller hindurch als die andere; die innere Wassermasse gewinnt demnach mehr, als sie verliert, während die äußere mehr verliert, als sie gewinnt, daraus muß also eine Verschiedenheit im Wasserstande der beiden Flüssigkeiten und ein Steigen der in der Blase enthaltenen Flüssigkeit erfolgen, ein Steigen, das nur dann inne hält, wenn die beiden Flüssigkeiten durch diesen fortdauernden Austausch eine gleiche Dichtheit erlangt haben werden. Bringt man an der Blase eine senkrechte, in Grade eingetheilte Röhre an (Fig. 219), so kann man die Schnelligkeit des Steigens und seine Stärke berechnen. Bringt man statt der geraden eine doppelt gekrümmte Röhre an, deren unterer Theil mit Quecksilber angefüllt ist, so zeigt dieses bei seinem Steigen in den äußeren und graduirten Theil der Röhre, durch die Höhe seiner Säule den Widerstand an, den die Säule Zuckerwasser zu überwinden hatte. Durch solche Versuche beweist man, daß die Schnelligkeit und die Stärke der Endosmose mit einander gehen, daß sie beträchtlich sind, und daß die Handlung lange daure. Eine Auflösung von einem Theile Zucker in zwei Theilen Wasser brachte in zwei Tagen die Quecksilbersäule um mehr als einen Meter zum Steigen und nach Verlauf dieser Zeit enthielt sie doch nur drei Theile Wasser auf einen Theil Zucker.

219.

§. 258. Das Einsaugen, das von den Wurzeln bewerkstelligt wird, ist nun leicht erklärlich. Die Zellen, welche das Gewebe derselben bilden, sind mit Säften angefüllt, die dichter sind, als das Wasser, womit die Erde getränkt ist; und dieses Wasser muß in Folge der Endosmose ihre Häute durchdringen, die

Höhlungen der äußersten Zellen anschwellen, indem es die Dichtheit der in denselben befindlichen Flüssigkeit verringert, und von da in die weiter innen gelegenen Zellen gelangen. Wenn man glauben möchte, daß man die Ernährung der Pflanze dadurch begünstigen könne, daß man ihr eine schon ganz zubereitete Nahrung gebe, wenn man z. B. ihre Wurzeln mit einer Zuckerauflösung in Berührung brächte, so würde man, weit entfernt, schneller zum Ziele zu gelangen, sich von demselben entfernen, man würde die Endosmose und somit das Einsaugen verhindern.

§. 259. An welchen Punkten der Wurzel geht dies am thätigsten vor sich? Die Erfahrung lehrt uns, daß dies an ihren äußersten, am neuesten gebildeten Verzweigungen, an ihren Extremitäten, so wie an den Fasern oder Haaren, womit sie bedeckt sind, vor sich gehe. Man weiß, daß, wenn man sich eines glücklichen Erfolges bei einer Versetzung vergewissern will, man die größt möglichste Menge von diesen Fasern an den Pflanzen lassen und sie in dem ihnen eigenthümlichen Zustande von Feuchtigkeit und Wallung der Säfte ergalten müsse. Wir haben (§. 115) gesehen, daß die Wurzeln in der ersten Zeit mit weichen Haaren besetzt seien, von denen man annehmen darf, daß sie dazu bestimmt sind, ihre Oberfläche und somit die Einsaugungspunkte zu vervielfältigen. Die Beobachtung lehrt uns indessen, daß die Wirkung dieser beiden Oberflächen im Vergleiche mit den Extremitäten sehr schwach sei. Man kann die Wurzeln einer Pflanze in einiger Entfernung über dem Wasser so anbringen, daß bloß ihre Extremitäten in dasselbe eintauchen, während alles Uebrige außerhalb desselben ist; in diesem Falle sieht man aus der Thätigkeit der Vegetation, daß das Einsaugen in einem hohen Grade vor sich geht. Man kann dagegen den nämlichen Wurzeln eine solche Lage geben, daß sie ganz in das Wasser eintauchen, mit Ausnahme ihrer Extremitäten, die man nicht ins Wasser bringt; in diesem Falle hört zwar die Vegetation nicht ganz auf, aber sie nimmt ab: es ist klar, daß noch ein Einsaugen stattfindet, aber in einem unzulänglichen Grade.

Wir haben (§. 114) gesagt, daß die Verlängerung der Wurzel und aller ihrer Verästungen, ausschließend an ihrem Ende stattfinde, daß sie sich demnach in dem Zustande eines werdenden Gewebes die ganze Zeit hindurch befindet, als die Thätigkeit der Vegetation unterhalten wird. Es saugen also, nicht in Folge einer besondern Modifikation des angelaufenen Gewebes, das etwa nach Art eines Schwammes wirkt, wie man früher angenommen hatte, die Extremitäten der Würzelchen die sie umgebende Feuchtigkeit ein, es geschieht vielmehr dadurch, daß ihre werdenden Zellen, und als solche schon von dicken Säften strotzend, sich in den günstigsten Umständen für die Endosmose befinden: Ihre Epidermis ist noch nicht gebildet; weiter oben wird sie es, und setzt dem Einsaugen eine trockenere und weniger durchdringliche Schichte entgegen.

§. 260. Die umgebende Flüssigkeit wird um so besser und in größerer Menge eingesogen, je flüssiger sie ist. In der Erde sind in dem Wasser die mannigfaltigen löslichen Stoffe aufgelöst, die sich in derselben befinden, und die nach dem Boden verschieden sind. Die Auflösung dieser Stoffe muß vollständig sein, und wenn sie bloß in dem Wasser schweben, so können sie nicht durchkommen, wenn sie auch noch so fein sind. Wenn man mit Wasser den feinsten, den unfühlbarsten Staub, den man nur bekommen kann, der sich aber in demselben nicht unmittelbar auflöst, z. B. den Kohlenstaub vermengt, und es in diesem Zustande dem Einsaugen der Wurzeln hinstellt, so findet man, daß das Wasser allein in diese Wurzeln eindringt, und daß alle Kohle außen bleibt, so daß man auch kein Atom im Inneren derselben findet. Mit fast allen farbigen Aufgüssen erhält man das nämliche Resultat; das Wasser entleigt sich bei seinem Eintritt in die Extremitäten des Würzelchens der färbenden Materie, die sich an der Oberfläche absetzt.

§. 261. Man hat untersucht, ob diese einfaugende Oberfläche eine Lebensthätigkeit, eine Art von Wahl in Aufnahme der Stoffe, die sich ihr darbieten, offenbaren könne. Die Antwort scheint verneinend auszufallen, weil sie sehr leicht eine große Menge von Stoffen aufnimmt, die für die Pflanze Gift sind, und die sie bald tödten, nachdem sie in ihr Inneres eingedrungen sind. Man führt indessen einen Fall vom Gegentheile an, den von einer Pflanze, die vermittelst einer Auflösung von salpeterfaurem Strontian in Wasser ernährt wurde; ein Fall, in welchem das Wasser eingesogen wurde und alles Salz außen blieb, wie wenn es bloß in dem Wasser geschwebt hätte. Was Saussure's Versuche anbetrifft, nach welchen man, wenn man der Pflanze gewisse aufgelöste Stoffe anbietet, findet, daß das Wasser in größerer Menge durchgeht, als die aufgelöste Materie, oder daß von zwei in demselben Wasser aufgelösten Stoffen der eine in größerer Menge als der andere eindringt, so hat er selbst daraus eine äußerst scharfsinnige Folge gezogen, indem er meinte, daß diese Erscheinung nicht in Folge einer Art von Verwandtschaft, sondern wegen des Grades der Flüssigkeit oder der Klebrigkeit der verschiedenen Substanzen stattfinde. Er schrieb der Feinheit des Filtrums, das die vegetabilische Haut bildet, diese Wirkung zu, wovon die Endosmose eine andere noch kräftigere Ursache sein müsse.

Circulation.

§. 262. **Aufsteigender Saft.** — Die Flüssigkeit in der Erde ist in die Wurzeln durch ihre Extremitäten gedrungen. Von diesen muß sie durch eine ähnliche Operation in die Zellen gelangen, die unmittelbar darüber liegen, von da aus in die noch höher liegenden. So steigt sie nach und nach in der Wurzel, bis sie zum Stamme gelangt, wo ihre aufsteigende Bewegung fortgesetzt werden soll. Denn wir sind berechtigt, die Pflanze mit einem endosmischen Apparate zu vergleichen, in welchem die Erde die Rolle der mit Wasser angefüllten Vorlage spielt, und dieser Apparat ist um so energischer, als sein über der Vorlage liegender Theil keine leere und unthätige Röhre, sondern selbst ein Gewebe ist, das mit zahlreichen Niederlagen von Stoffen angefüllt ist, die denen ähnlich sind, welche bereits die Thätigkeit der Wurzeln in Anspruch genommen haben, so daß diese Thätigkeit, weit entfernt sich zu erschöpfen, unterhalten wird und sich auf jeder Höhe erneuert. Die Flüssigkeit hat nicht, wie bei dem Versuche, in dem Verhältnisse von ihrer Dichtheit verloren, als sie in Masse zunimmt und demnach steigt; da sie im Gegentheile auf die Stoffe wirkt, die sie auf ihrem Wege antrifft, so löst sie einen Theil von denen auf, welche sich im festen Zustande befinden, und sucht sich auf diese Weise immer mehr zu verdicken. Gleich bei ihrem Eintritte in die Pflanze auf diese Art modifizirt, erhält sie den Namen Saft (Lebenssaft). Wenn man in verschiedenen Höhen eines Baumes den Stamm tief anbohrt, in jedes Loch eine Röhre steckt und den Saft, der aus diesen verschiedenen Kanälen fließt, besonders auffängt, so kann man sich überzeugen, daß er um so dichter ist, je höher er genommen wurde; wir werden später sehen, welche Veränderungen in seiner Zusammensetzung bewirkt werden und durch welche Mittel man dieselben nachweist.

§. 263. Wir haben bisher immer gethan, als ob die Pflanze ausschließend aus Zellen bestünde;

daraus besteht auch wirklich der Bau einiger Pflanzen. Wir wissen aber, daß weit häufiger bei den kotyledonischen Pflanzen zahlreiche Gefäße mitten in diesem Zellgewebe vorkommen und der Richtung der Achsen folgen.

Man sieht gewiß leicht ein, wie das Fortschreiten des Saftes, der von unten unaufhörlich fortgetrieben wird, in diesen langen Kanälen beschleunigt werden müsse, wo er kein Hinderniß antrifft, und wie er auf diese Weise schnell große Weiten durchlaufen kann, die er von Zelle zu Zelle langsam durchlaufen hätte.

Wir wollen hier bemerken, daß den Mittelpunkt der Wurzeln in ihrer Länge Gefäßbündel einnehmen, die man bis zu den Extremitäten verfolgen kann, wo das Einsaugen anfängt. Die eingesogene Flüssigkeit findet also fast sogleich diesen schnelleren Weg und dies ist unfehlbar ein Grund weiter, warum die Wirkung des Einsaugens an den Extremitäten weit rascher ist und sich weit schneller an der ganzen übrigen Pflanze wahrnehmen läßt.

§. 255 (bis). Die Physik lehrt uns, daß in den außerordentlich feinen Röhren, die man Haarröhrchen nennt, weil man sie mit der Röhre eines Haares verglich, die innere Wand des Kanals auf den flüssigen Inhalt, der sie befeuchtet, eine Art Anziehung ausübe, die einen Theil von der Wirkung der Schwere vernichtet und auf diese Weise das Aufsteigen dieser Flüssigkeit über den Wasserspiegel bestimmt. Die meisten Gefäße in der Pflanze sind wegen ihrer Dünnheit eben so viele Haarröhrchen und müssen auf ihren flüssigen Inhalt diese Wirkung äußern, welche ihn auf eine gewisse Höhe treibt und auf diese Weise die der Endosmose setzt. Bevor diese letztere bekannt war, schrieb man dem Einfluße der Capillarität den größten Theil der aufsteigenden Bewegung des Saftes zu, ohne jedoch durch sie allein alle sie begleitende Erscheinungen erklären zu können.

Wenn man in Wasser oder in irgend eine andere hinreichend leichte Flüssigkeit das Ende eines rein abgeschnittenen Zweiges hält, so dringt diese Flüssigkeit durch die klaffenden Oeffnungen der Gefäße ein und steigt unmittelbar in Folge der Capillarität bis auf einen gewissen Punkt in die Höhe. Begreiflich äußert sich auf diesem Wege die Thatigkeit der Endosmose durch die Wände der Gefäße und durch die umgebenden Zellen, so daß dieses abgeschnittene Ende die einsaugende Thätigkeit der Wurzeln ersetzt. Darum sorgen die Gärtner, bei dem Setzen einer Pflanze, deren eingetrocknete Zasern und Wurzelfäserchen zum Einsaugen unfähig geworden sind, wie dies so häufig bei Versetzungen der Fall ist, dafür, die Wurzeln zu erfrischen, das heißt sie in dem Punkte abzuschneiden, wo sie sehen, daß die Frische und ihre Lebenskraft gut erhalten sind. Es ist ferner die nämliche Ursache, die es möglich macht, die Pflanzen durch Steckreiser zu vermehren, indem man in ein hinlänglich feuchtes Mittel das Ende eines Zweiges steckt, der durch seinen Schnitt die Säfte einsaugt, vermittelst deren sich sein Leben lange genug erhält, um Adventivwurzeln erzeugen und in die Lage einer angewurzelten Pflanze kommen zu können. Die Frische der Blumensträuße, die dadurch erhalten wird, daß man ihre Stiele in Wasser stellt, ist eine allen unsern Lesern bekannte Thatsache.

Die Nothwendigkeit, das Ende, das man in allen diesen Versuchen mit der Flüssigkeit in Berührung bringt, sauber abzuschneiden, läßt sich durch die Nothwendigkeit erklären, die Oeffnung der Gefäße zu schonen, die sich verstopft, wenn das Ende durch Abreißen oder Quetschen getrennt worden ist. Die Haarröhrchen der Pflanzen bieten einen sehr geräumigen Weg der Flüssigkeit dar, so daß sie leichter in dieselbe eindringen kann, als durch die Zellenwände. Sie können also Flüssigkeiten aufnehmen, die eine sehr dünne, z. B. färbende Materie schwebend in sich enthalten, und man bediente sich dieser Eigenschaft, um in ihrem Innern den Gang des Saftes zu studiren, dem man, wenn er auf diese Weise gefärbt ist, ohne zu große Schwierigkeit folgen kann. Man muß aber in Beziehung auf die Schlüsse, welche man daraus ableitet, sehr behutsam sein, weil alsdann die Sachen durchaus nicht so vor sich gehen, wie in dem gewöhnlichen Leben, wenn das Einsaugen durch die Wurzeln und von Zelle zu Zelle zu gleicher Zeit mit den Gefäßen vor sich geht.

§. 256 (bis). Die Endosmose aber und die Capillarität sind nicht die einzigen Kräfte, welche das ununterbrochene Aufsteigen des Saftes bestimmen. Man sieht im Voraus, daß ein Augenblick kommen müsse, wo sie ihre ganze Wirkung hervorgebracht haben, und daß alsdann eine Art von Gleichgewicht und Stillstand in allen flüssigen Theilen der Pflanze eintreten müsse. Obgleich dies bis auf einen gewissen Punkt hin stattfindet und nach einer gewissen äußersten Thätigkeitsperiode diese Bewegung beträchtlich abnimmt und in gewissen Theilen gänzlich aufhört, so setzt sie dieselbe doch in andern fort, und die einsaugende Kraft der Wurzeln bleibt immer in demselben Verhältnisse. Man weiß, daß, wenn man eine in den vollkommenen Zustand gelangte Pflanze aus der Erde reißt, sie eine mehr oder minder kurze Zeit am Leben bleibt, und daß man, wenn man ihre ganze Wurzeln, wenn sie noch frisch sind, oder beschnitten, wenn sie vertrocknet sind, ins Wasser taucht, sie schnell und von einem Ende zum andern wieder aufleben sieht; es hat demnach ein Anziehen und eine Fortpflanzung einer ziemlich beträchtlichen Menge Wassers von dem unteren bis zum oberen Ende stattgefunden, und die in der Pflanze enthaltenen Flüssigkeiten befanden sich nicht im Zustande des Gleichgewichts, woraus ihre bestimmte Unbeweglichkeit hervorginge.

§. 257 (bis). Wir wollen eine interessante Beobachtung anführen, die sich an diesen Gegenstand anreihen kann. Unter den Wendekreisen gibt es eine gewisse Anzahl Lianen, namentlich aus der Gattung Cissus, die auch viele Aehnlichkeit mit den Reben hat, die von einem reichlichen, frischen und dem Geschmacke nach angenehmen Safte strotzen. Das Wasser, welches reichlich aus ihren abgeschnittenen Enden fließt, kann als Getränk dienen, und die Menschen gebrauchen es auf ihren Streifereien inmitten der Wälder, um ihren Durst zu stillen; daher nennt man auch gewöhnlich diese Pflanzen Wasserlianen oder Jägerlianen. Gaudichaud, welcher in Brasilien eine von dieser Art auffand, der er den Namen Cissus hydrophora gab, hat bemerkt, daß, wenn man die Liane in einer einzigen Höhe quer durchschneidet, auf den beiden Flächen des Schnittes sehr wenig Flüssigkeit herauskomme. Sie steigt schnell in den oberen Theil, wodurch man sich überzeugen kann, daß sich die Gefäße von unten nach oben leeren. Dieses Aufsteigen kann durchaus nicht der Thätigkeit der Wurzeln zugeschrieben werden, mit welchen der obere Theil kein stetiges Ganzes mehr bildet, und die Gefäße haben einen viel zu großen Durchmesser, als daß hier die Capillarität einen Einfluß äußern könnte. Schneidet man aber in zwei verschiedenen Höhen so, daß man ein Stück von einer gewissen Länge vom Stamme erhält, so sieht man sogleich, wie ein reichlicher Saft aus demjenigen von den beiden Enden ausfließt, das man am niedrigsten hält, indem er auf diese Weise den Gesetzen der Schwere gehorcht. Vorher aber stieg der Saft sehr kräftig. Dies konnte also weder durch eine Kraft geschehen, welche von unten oder seitwärts wirkte; es konnte bloß von einer Ursache herrühren, die ihren Sitz über dem zweiten Schnitte hatte und von oben die Flüssigkeit anzog.

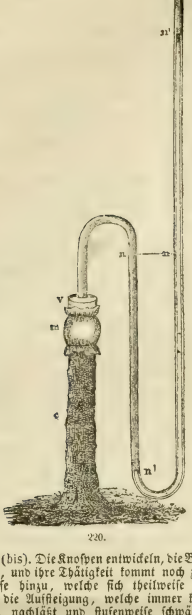
§. 258 (bis). Es ist nicht schwer, zur Kenntniß dieser

neuen Kraft zu gelangen. Die Pflanze ist in einer gewissen Höhe mit einer mehr oder minder großen Anzahl von Knospen versehen. So wie diese sich zu entwickeln anfangen, so ziehen sie aus dem Stamme oder Aste, mit welchem sie zusammenhängen, die Materialien, die zu ihrer Ernährung bestimmt sind und deren Menge mit dem Zweige im Verhältnisse stehen muß, der aus dieser Entwicklung entspringt. Die Blätter zeigen sich zu gleicher Zeit, nehmen sich in der Luft aus, und werden durch ihre mit Poren durchlöcherte Oberfläche der Sitz einer beträchtlichen Ausdünstung. Alles, was auf diese Weise durch die Blätter und zu gleicher Zeit durch die junge Rinde des Zweiges ausdünstet, alles, was zu Bildung und Ernährung dieser neuen Theile verwandt wird, wird geradezu von der Flüssigkeitsmasse des Stammes genommen, und es entstehen daraus gegen die Oberfläche und den Ursprung eines jeden Zweiges hin leere Räume, welche sogleich von einer verhältnißmäßigen Menge des Saftes ausgefüllt werden, der dem Stamme entzogen und zu gleicher Zeit selbst wieder durch den der benachbarten Theile ersetzt wird und auf diese Weise nach und nach eine aufsteigende Strömung von der Wurzel aus bewirkt, deren Einsaugen diesen Verlust decken muß.* Es ist durchaus nicht nöthig, zu erklären, welchen Einfluß die Beschaffenheit der trockenen oder feuchten, kalten oder warmen Luft, das Dasein oder Nichtdasein des Sonnenlichtes, sein unmittelbares oder durch Wolken mittelbar gewordenes Wirken auf die Ausdünstung der Pflanzen haben müsse.

§. 259 (bis). Wir wollen jetzt mit dem Bestreben, sie zu erklären, die verschiedenen Phasen betrachten, welche die Reihenfolge der Jahreszeiten mit sich führt, die unser Klima in dieser aufsteigenden Bewegung des Saftes ausmacht. Sobald als im Frühlinge der Grad der Wärme, der zur Lebensthätigkeit für die meisten Pflanzen, etwas früher für die einen, etwas später für die andern erforderlich zu sein scheint, einzutreten anfängt, so sieht man, wie die Knospen, die den Winter hindurch still stehend geblieben waren, ein wenig anschwellen und zu gleicher Zeit fangen die Wurzeln ihre Thätigkeit an. Die Aufregung, welche den Organen durch die wieder entstehende Wärme mitgetheilt wurde, scheint dieses Erwachen des Pflanzenlebens herbeizuführen. Wenn man von einem Weinstocke, der an einem Treibhause wächst, einen Zweig in das Innere des Gebäudes leitet, so entwickeln sich seine Knospen mit ihren Blättern bald, während die außen gebliebenen Zweige in ihrem winterlichen Zustande verharren. — Die Wärme hat also auf die Rinde und die Knospen gewirkt, und ihre Thätigkeit hat demnach die der Wurzeln lange vorher zur Folge gehabt, ehe sie auf die, noch der Kälte ausgesetzten Aeste eine Rückwirkung äußert. Die der Knospen scheint also der der Wurzeln voranzugehen, und kann dazu beitragen, jene zu erregen; dies wird wenig bestrembem, da ja nach dem Winter die Luft schneller erwärmt wird, als die Erde.

Wenn das Einsaugen der Wurzeln einmal begonnen hat, sei es nun, daß die Bewegung unmittelbar von ihren Endpoipen angefangen habe, oder daß sie sich von den Knospen dahin fortgepflanzt habe, so tritt sie mit einer großen Thätigkeit auf, deren Wirkung viel später an diesen Knospen wahrgenommen wird. Um diese Zeit muß an dem, seiner Blätter beraubten Baume und dessen junge Triebe noch mit fast undurchdringlichen Decken eingehüllt sind, die Endosmose die fast ausschließend wirkende Kraft selbst bei der Annahme sein, daß sie im Anfange zuerst durch die Knospen erregt wurde, und sie muß, bevor sie noch bis zu ihnen die Säfte getrieben hat, die zu ihrer Nahrung und Entwicklung bestimmt sind, sich in dem ganzen Zwischenraume mit dem Schmelzen und der Zubereitung dieser Säfte beschäftigt haben, die sie in Bewegung setzt. Die Menge der mehr oder minder dicken und fest gewordenen Stoffe, die durch die Arbeit des ganzen vorhergehenden Jahres gebildet, und als Niederlage in dem Inneren der Pflanze den Winter hindurch angehäuft wurden, die nun in dem Verhältnisse weich werden und sich auflösen, als die Strömung zu ihnen gelangt, ist ein starker Aufruf für die Flüssigkeiten, welche die Endosmose unaufhörlich von der Erde in die Pflanze treibt. Sie müssen also in derselben in großer Menge und mit einer außerordentlichen Kraft emporsteigen; und man überzeugt sich davon, wenn man sieht, wie das Wasser, wie aus einem Brunnen, aus jeder Lösung der Stetigkeit herausfließt, die man in einem Stamme gemacht hat, der sich in dem Zustande befindet, den man den Frühlingssaft nennt. Dieser bildet auch das wässerige Ausfließen, das in der Weinrebe durch den Schnitt bewerkstelligt wird, und das unter dem Namen der Thränen der Rebe bekannt ist. Da diese Thränen an einem Stammende in Menge fließen, der jedes Blattes beraubt, und sogar fast dem Boden gleich geschnitten worden ist, so kann man bei dieser Erscheinung durchaus keinen Einfluß dem Reize von Flüssigkeiten zuschreiben, der durch das Einsaugen der Knospen und die Ausdünstung der Blätter verursacht wird. Wenn man eine Röhre an dem abgeschnittenen Ende andringt, so sieht man den Saft in derselben auf eine gewisse Höhe steigen, die man auf diese Weise bestimmen kann, und welche berächtlich ist. Der Engländer Hales, dem man eine Reihe oben so genauer, als sinnreicher Versuche verdankt, die dazu bestimmt sind, die Bewegung der Säfte in den Pflanzen zu bestimmen, und die in seinem Werke: Pflanzenstatik, enthalten sind, hatte zu Bestimmung der Kraft und der aufsteigenden Geschwindigkeit des Saftes den nämlichen Apparat angewandt, den Dutrochet gebrauchte, um die Stärke der Endosmose zu bestimmen, das heißt, jene doppelt gekrümmte Röhre, wovon ein aufsteigender Schenkel an dem Ende des zum Versuche bestimmten, abgeschnittenen Stammes angebracht ist, und dessen untere Krümmung mit Quecksilber gefüllt wird, das von dem angehäuften Safte bei seinem Steigen in den inneren Schenkeln zurückgetrieben, selbst zuin in dem äußeren steigt, und durch die Höhe seiner Säule den Werthe angibt, die man sucht (Fig. 220). Nun sah Hales, daß die Quecksilbersäule bis auf einen Meter stieg, was 14 Meter Wasser gleich kommt, und er hat berechnet, daß die Kraft, welche den Saft in der Rebe auf diese Weise in der Rebe forttreibt, fünfmal größer ist, als die, welche das Blut in einer Hauptschlagader des Pferdes fortstößt.

* Diese einsaugende Kraft der Knospen und der Blätter kann leicht dadurch nachgewiesen werden, daß man das untere Ende eines Zweiges in eine Flüssigkeit taucht, deren eingesogene Menge in einer gegebenen Zeit man berechnet (§ 292). Neuere Versuche, die nach einem sehr großen Maßstabe angestellt wurden, haben bewiesen, daß diese Kraft sehr groß ist, und daß sie sogar die Grenzen überstieg, die man ihr vorausgesetzt hat. Buchesie, welcher sich vornahm, dem Holze gewisse, zu seiner Verwendung werthvolle Eigenschaften mitzutheilen, es unverbrennlich, härter, oder biegsamer, oder unverbrennbar zu machen, es durch Beimischung verschiedener Farben zu färben, suchte in sein Gewebe Auflösungen zu bringen, die so gewählt waren, daß durch ihre Verbindung entweder mit der Substanz der Pflanze selber oder mit einer nachher hineingebrachten Auflösung die Natur dieser Gewebe dem vorgenommenen Zwecke gemäß modificirt würde. Er hatte den glücklichen Gedanken, sich zu diesem Ende der Kraft zu bedienen, mit der wir uns beschäftigen, und er bewies, daß sie hinreichend sei, um die Flüssigkeit, die man mit dem abgeschnittenen Stamme in Verbindung bringen wollte, von der Grundfläche bis zum Gipfel eines ganzen Baumes zu bringen. Es ist nicht einmal nothwendig, daß derselbe mit allen seinen Aesten und Blättern versehen sei; ein am Gipfel übrig gelassener Büschel reicht hin, um das Einsaugen zu bewerkstelligen, und diese Eigenschaft bleibt selbst mit hinreichender Absahme nach dreyßen Tage lang nach Fällung des Baumes. Alle Gewebe werden von der Flüssigkeit durchdrungen mit Ausnahme des Herzens, wenn es hart ist.



220.

§. 260 (bis). Die Knospen entwickeln, die Blätter entfalten sich, und ihre Thätigkeit kommt noch zu der der Endosmose hinzu, welche sich theilweise erschöpfen muß, da die Aufsteigung, welche immer kräftig vor sich geht, nachläßt und stufenweise schwächer wird. Nun kann man durch Versuche, welche den vorhergehenden ähnlich sind, den Einfluß nachweisen, den die neue Kraft gemeinschaftlich mit der Endosmose auf die aufsteigende Bewegung ausübt. Wenn man also an dem unteren Ende eines Astes eine lange Röhre voll Wasser anbringt, und sie mit ihrem andern Ende in ein Quecksilberbad stellt, so wird der Ast eine gewisse Menge Wasser einsaugen, welche durch das Steigen einer gleichen Quecksilbersäule in der Röhre angezeigt wird. Man wechselt mit dem Zustande des Astes ab, der mit einer mehr oder minder großen Anzahl von Blättern versehen, oder eines Theiles derselben beraubt, oder sogar bloß auf seine Knospen beschränkt sein kann, man verändert den Zustand der Atmosphäre, die sich in verschiedenen Graden der Trockenheit oder Feuchtigkeit befinden kann; man beobachtet zu verschiedenen Zeiten und in verschiedenen Stunden das Tages oder der Nacht und man sieht, daß alle Ursachen, welche auf die verschiedenen Grade der Ausdünstung eines Astes einen Einfluß haben, einen analogen auf die Menge Wasser ausüben, die er einsaugt.

§. 261 (bis). Indessen haben sich die Zweige, so wie ihre Blätter, nach der Reihe entwickelt; sie haben nach und nach ihre vollkommene Dimensionen und die Consistenz erlangt, die ihre Gewebe in diesem Zustande charakterisirt, den wir ihr Jünglingsalter nennen könnten, während sich zu gleicher Zeit neue Gewebe in gewissen inneren Theilen der Pflanze organisirten. Er ist auf diese Weise zu der Art von Gleichgewicht gekommen, wovon wir gesprochen haben, ein Gleichgewicht, das nicht die Unbeweglichkeit des Saftes, sondern bloß seine gemäßigte Bewegung nach den Bedürfnissen eines Zustandes mit sich führet, wo nur noch davon die Rede sein kann, dadurch zu erhalten, daß die beständigen Verluste, die mit der Lebensthätigkeit selbst verbunden sind, ersetzt, daß das, was noch an gewissen Punkten fehlen kann, ergänzt und für das kommende Jahr die Organe, welche er seinerseits entwickeln soll und die Materialien vorbereitet werden, die zu diesem Gebrauche bestimmt sind.

§. 262 (bis). Wenn dieses ganze Lebensgeschäft frühe angefangen hat und vollzogen worden ist, wenn das Jahr frühe war, so kann es sich ereignen, daß diese Materialien gewissermaßen zu frühe bereitet sind, in einer Jahreszeit, welche noch nicht hinlänglich vorangerückt ist und ihnen auf diese Weise die Bedingungen darbietet, die geeignet sind, sie zu einer zu frühen Entwicklung zu veranlassen. Dies ereignet sich sehr oft gegen das Ende des Sommers, wo man sieht, daß einige der neu gebildeten Knospen treiben, daß sich einige besondere Erscheinungen des Frühlings erneuern, und daß sich nothwendig mit ihnen die aufsteigende Bewegung des Saftes auf einige Zeit wieder belebt. Dies nennt man Augustsaft.

§. 263 (bis). Er nimmt aufs Neue ab. Während des Herbstes hat sich die Ausdünstung von Stufe zu Stufe vermindert; die Gewebe sind beim Festwerden vertrocknet; die Blätter sterben nach und nach ab oder fallen ab und der Baum tritt in den Zustand einer fast vollständigen Ruhe, in welcher das Leben aufgehoben zu sein scheint. Die Bewegung des Saftes hat alsdann mit ihren Ursachen aufgehört und hält mehr oder weniger vollständig den ganzen Winter hindurch an.

§. 264. Um den verschiedenen Phasen der Bewegung des aufsteigenden Saftes zu folgen, haben wir die Beispiele gewählt, wo sie sich am deutlichsten und vollständigsten zeigen, diejenigen wenigstens, wo sie uns am besten bekannt sind, nämlich die an den Bäumen unserer gemäßigten Klimate. Was in einem ihrer Aeste vorgeht, muß beinahe in jeder krautartigen Pflanze vorgehen, jedoch mit größerer Thätigkeit, weil sie sich gewöhnlich verästet und auf diese Weise im Verlaufe eines und desselben Jahres mehrere Generationen von Knospen entwickelt. Was die Pflanzen in südlichern Breiten anbetrifft, so ändern sich die Epochen, und unter den Wendekreisen scheinen die Zwischenräume der Ruhe Null und die Bewegung fast ununterbrochen zu sein. Man kann dies aber mehr nach den Jahreszeiten und den äußern Erscheinungen der Vegetation beurtheilen, als nach unmittelbaren und gründlichen Beobachtungen, welche so viel Interesse darbieten würden.

§. 265. Wir haben noch einen wichtigen Punkt aufzuhellen. Welchen Weg schlägt der Saft mitten unter den verschiedenen, in dem Stamme verbundenen Elementarorganen ganz genau bei dieser aufsteigenden Bewegung ein? Der Frühlingssaft nimmt alle Gewebe in Beschlag, er füllt die Zellen, die Fasern, die Gefäße, die Gänge aus. Er steigt fast ganz durch den holzichten Körper, wie man sich auch durch den

220. c Weinrebe, die 5 Decimeter über dem Boden abgeschnitten wurde; — t glaserne doppelt gekrümmte Röhre, die in einem Ringe v steckt, der an dem abgeschnittenen Ende der Rebe angewandt und verkittet und durch ein Stück von einer Blase m umwickelt und befestigt ist; — n n gleiche Höhe der Quecksilbersäule in den beiden Schenkeln der unteren Röhrenkrümmung vor dem Versuche; — n' n' Höhe nach beendigtem Versuche.

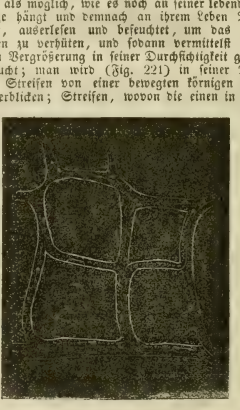
Anblick eines frisch abgeschnittenen Zweiges davon überzeugen kann. Man sieht die Flüssigkeit aus der Schnittfläche fließen, aus dem ganzen holzichten Körper, wenn der Ast jung ist; ist er alt, bloß aus dem äußeren Gürtel, der sich noch in dem Zustande des Splintes befindet. Nach dem Frühlingssafte sind viele Gefäße leer, und wenn man sie unter Wasser untersucht, so überzeugt man sich, daß sie mit Gasen angefüllt sind, die man in kleinen Blasen aus demselben aufsteigen sieht. Durch das Zellgewebe, wenigstens durch den größeren Theil desselben, muß alsdann der Saft seinen Weg nehmen, aber in einer langsamen und kaum wahrnehmbaren Bewegung von unten nach oben, indem die Pflanze gleichsam mit Flüssigkeiten gesättigt ist und sich in dem Zustande eines mit Wasser angefüllten Gefäßes befindet, das an seinen beiden Enden kleine Löcher hat, und an dem einen eine kleine Menge Wasser ausfließen läßt, während es an dem andern eine gleich große Menge erhält, ohne daß daraus eine wahrnehmbare Strömung entsteht. Wenn aus irgend einer Ursache dieses Gleichgewicht gestört wird, wie z. B. nach einer mehr oder weniger anhaltenden Trockenheit, auf welche ein Regen folgt, oder durch die Entwicklung neuer Knospen, so muß sich das Aufsteigen des Saftes aufs Neue beleben und zum Theile die Wege wieder einschlagen, die er augenblicklich verlassen hatte.

§. 266. **Absteigender oder ausgearbeiteter Saft.** — Der Saft, mit allen Stoffen bereichert, die er auf seinem Wege aufgelöst und in sich aufgenommen hat, ist zu den jungen Zweigen gelangt, sodann, indem er sie durchströmt, bis zu der Oberfläche ihrer Rinde durch das Zellgewebe der Strahlen und des rindenartigen Parenchyms; ferner bis zur Oberfläche der Blätter, auf dem schnelleren Weg durch die Gefäße, so wie des Parenchyms. Diese grünen Flächen befinden sich, durch die mehr oder weniger zahlreichen Spaltöffnungen, mit denen sie bedeckt sind, in unmittelbarer Berührung mit der atmosphärischen Luft, welche durch diese kleine Oeffnungen eindringen und in dem Grubennetze des darunter liegenden Gewebes circuliren kann. Der Saft ist also von der Luft nur noch durch die dünnen Häute dieses Gewebes geschieden, durch welche die Grundstoffe von beiden auf einander wirken, sich austauschen und dem zufolge abändern können. Wir werden in dem Artikel von dem Athmen und von der Ernährung ausführlich angeben, worin diese Veränderungen bestehen. Es genügt uns für jetzt, nur anzuführen, daß sie stattfinden, daß der Saft demnach seine Natur zu gleicher Zeit verändert, während er den größeren Theil seines Wassers verliert, das im Zustand eines Dampfes nach außen entweicht.

Man kann sich leicht durch den Anblick der Theile überzeugen, daß die Blätter und die junge Rinde verschiedene Säfte von dem Lebenssafte enthalten, den wir bisher untersucht haben. In dem Innern der Zellen macht sie das Chlorophyll (§. 24) mehr oder weniger stark grün, und aus den Gefäßen oder den Gruben der Rinde, sieht man eine dickere, oft gefärbte Flüssigkeit fließen. Ihre Eigenschaften sind eben so wie ihr Ausfehen von denen des Lebenssaftes verschieden. Die kanarische Euphorbie liefert ein wirksames Gift, dies ist der milchige Saft aus ihrer Rinde; hat man aber diese hinweggeschafft, so dienen die Einwohner ein helles und unschuldiges Getränk aus dem holzigen Körper derselben Pflanze, indem sie den aufsteigenden Saft, der sie durchzieht, aufsaugen.

Hat dieser Rindensaft, wie der andere, eine allgemeine Bewegung? Wenn man einen Stamm, wo er gefärbt ist, quer durchschneidet, so sieht man, daß die untere Fläche des Schnittes sehr wenig Saft in Vergleichung mit der oberen gibt. Nimmt man einen kreisförmigen Rindenring hinweg, so sieht man den Saft an dem oberen Rande der Wunde und nicht an dem untern durchsickern und sich anhäufen. Bringt man ein fest zusammengezogenes Band um den Stamm herum an, so sieht man nach Verlauf einer gewissen Zeit, daß die Rinde anschwillt und einen Wulst um das Band herum bildet und daß der Stamm unter dem Bande seinen uranfänglichen Durchmesser behält. Es findet also eine Strömung des Rindensaftes von oben nach unten Statt, das heißt, in umgekehrter Richtung mit dem aufsteigenden Safte. Darum hat man ihm den Namen **absteigender Saft** gegeben; man nennt ihn auch bisweilen **ausgearbeiteten** Saft, wegen der organischen Verarbeitung, welcher er sich unterziehen mußte, um seine neuen Eigenschaften zu erlangen.

§. 267. Wir haben (§. 73) gesehen, daß die Rinde aus Parenchym, aus verlängerten Fasern, aus denen des Bastes (§. 78) und aus safthaltigen Kanälen besteht; der in diesen letzteren enthaltene Saft, der Lebenssaft, Latex, ist oft gefärbt und in diesem Falle allgemein unter dem Namen **eigentlicher Saft** bekannt. Bisweilen führen die nämlichen Gefäße einen farblosen Saft herbei, der aber von gleicher Natur zu sein scheint, und einige Beobachtungen beweisen, daß die nämliche Pflanze, welche in den kalten und gemäßigten Klimaten, einen farblosen Later zeigt, unter dem tropischen Klima einen milchigen erzeugen kann. In allen Fällen besteht er gleichfalls aus äußerordentlich feinen und ungleichen Körnchen, die in einer Flüssigkeit schwimmen. Das Dasein dieser Körnchen, und die Durchsichtigkeit der Wände der Saftgefäße gestatten es, mit Hülfe des Mikroskops, die Bewegung des Later nachzuweisen. Man bringe z. B. auf den Gegenstandsträger und unter eine dünne Glasplatte ein junges Blatt **Schellkraut**, eine Pflanze, die längs unserer Mauern so gemein und an ihren scharfen, orangefarbenen Saft kenntlich ist; dieses Blatt werde nun so dünn und so durchsichtig als möglich, wie es noch an seiner lebendigen Pflanze hängt und demnach an ihrem Leben Theil nimmt, ausersesen und besuchtet, um das Vertrocknen zu verhüten, und sodann vermittelst einer starken Vergrößerung in seiner Durchsichtigkeit genau untersucht; man wird (Fig. 221) in seiner Dicke kleine Streifen von einer bewegten körnigen Materie erblicken; Streifen, wovon die einen in einer



221.

221. Kleines, sehr vergrößertes Stück von einem Schellkrautblatte (Chelidonium majus), das mehrere Maschen von dem Netze der Saftgefäße zeigt. Die Richtung der Strömungen ist durch die Richtung der Pfeile angegeben.

Richtung hinlaufen, die andern in einer andern und sogar in einer von den ersteren entgegengesetzten Richtung; wovon die einen für sich bleiben, die andern sich einander nähern, sich vereinigen und sich verschmelzen. Wenn man ein hinreichendes Gesichtsfeld hat, so bemerkt man, daß sich diese Streifen an einander hängen und auf diese Weise ein Netz bilden, nämlich das der saftführenden Gefäße (Fig. 56, 57). Der Later geht in eine Einwindung hinab, um in einer andern wieder in die Höhe zu steigen, und man bemerkt auf diese Weise eine ächte Circulation, die man mit der vergleichen kann, welche man an den Capillargefäßen der Thiere kennt. Schultz, dem man diese Entreckung verdankt, hat den Vorschlag gemacht, sie Cyclose zu nennen.

Wenn sich die Richtung dieser besondern Ströme verändert, so ist es wahrscheinlich, daß sie gewöhnlicher absteigend ist, weil es unbestreitbar ist, daß die allgemeine Bewegung von oben nach unten geht, wie wir es auch bewiesen haben. Indem aber die Cyclose die Beziehungen des Later zu den Geweben, die er durchläuft, verlängert und vervielfältigt, muß sie die Wirkung unterstützen, die aus dem Dasein des Nahrungssaftes entspringt.

§. 268. Welche Kraft gibt dem Later seinen Impuls? Man hat mehrere verschiedene Erklärungen angegeben, um dies gerade darum, weil man noch keine einzige ganz befriedigende aufgefunden hat. Die Einen machen eine rein physische Erscheinung daraus, wie Amici, der sie der Wärme zuschreibt, die auf diese Röhren gerade so wie auf einen Thermometer wirkt, und zeigt, daß man die Richtung der Strömungen rückgängig mache, wenn man ihnen in einiger Entfernung einen Körper nähere, der etwas stark erwärmt sei. Wie könnte aber der Einfluß der Wärme allein die Bewegung in einer constanten Richtung hervorbringen, wenn sie sich so unregelmäßig auf Flächen vertheilen muß, die mit so wenig Regelmäßigkeit, wie die Aeste und Blätter eines großen Baumes, zerstreut sind? Ohne diesen Einfluß gerade zu läugnen, ist es doch schwer, ihn als einzige Ursache anzuerkennen. Andere Physiologen haben eine abwechselnde Attractiv- und Repulsivkraft der Körnchen zu einander, oder ihrer Gesammtheit in Beziehung auf die Wände der Gefäße angenommen; Voraussetzungen, über welche man angenommen werden zu können, Bewegungen verlangen würden, welche die Beobachtung bisher noch nicht gestiftet hat. Wieder Andere haben eine Zusammenziehung der Wände angenommen: diese Zusammenziehung könnte aber nicht durch die ganze Röhre auf einmal stattfinden, weil sie alsdann, wenn eine von diesen Röhren an beiden Enden offen ist, die Flüssigkeit durch beide treiben würde, während sie in diesem Falle durch eine einzige nach der Richtung der Strömung fortgeht. Die Zusammenziehung würde also an dem einen Ende anfangen, und sich immer weiter bis an das andere Ende fortpflanzen: man kann aber nachweisen, daß oft diese Wände innig mit den umgebenden Geweben verwachsen und sogar dergestalt mit ihnen verschmolzen sind, daß mehrere Schriftsteller sich veranlaßt sehen, sogar ihr Dasein zu läugnen und zu vermuthen, daß der Later in den Zwischenzellengängen circulire. Muß man endlich denken, daß die Endosmose hier noch wirke: daß der dünnere Saft, der auf dem holzigen Körper in die Rinde gelangt, in die Saftgefäße dringe, die mit einem dickeren Safte angefüllt sind, als er selbst ist, und daß er, wenn er auf die oberen Extremitäten, wo sich dieser Later bildet, zu wirken anfängt, ihn nothwendig in entgegengesetzter Richtung nach den untern hinreiche?

Wie dem nun auch sei, so herrscht noch ein großes Dunkel über die Natur der Impulskraft des Laters, und wir mußten uns damit begnügen, die verschiedenen Hypothesen, die sich hierauf beziehen, anzuführen, ohne auf eine bestimmte Weise eine davon anzunehmen.

§. 269. Die Bewegung bleibt noch ziemlich lang in den von der Pflanze abgelösten Theilen. Auf diese Weise beobachtet man sie auch am bequemsten und leichtesten: z. B. an einem dünnen Blatte einer jungen Rinde, deren Epidermis man weggenommen hat, wie an der des Adamsfeigenbaums oder der meisten Feigenbäume; an dem Nebenblatte, das die gipfelständige Knospe derselben einhüllt, besonders an dem der Ficus elastica, an der Blumenkrone der großen, weißen Heckenweide u. s. w. Das Blättchen, das zur Beobachtung bestimmt ist, muß immer auf einen Tropfen Wasser gelegt werden, um das Vertrocknen zu verhindern, das die Bewegung nothwendig einstellen würde.

Die Saftgefäße werden meistens in der Rinde neben dem Baste nach außen, oder noch öfter nach innen, angetroffen und man verfolgt sie da bis zu den Wurzelspitzen. Man findet sie aber auch zerstreut an vielen andern Punkten, und sogar in dem Marke, wie wir schon anzugeben Gelegenheit gehabt haben (§. 60).

§. 270. Wir müssen jetzt noch in der Rinde die Rolle der Bastfasern untersuchen. Mirbel betrachtet sie als einen Theil des Saftgefäßsystemes, von dem sie sich äußerlich, durch ihre einfache, nicht lästige Röhre, so wie durch die Natur ihrer Wände, die denen der Holzfasern in dem Holze sehr ähnlich sind, unterscheiden. Mirbels Ansicht wird durch die Gestaltübergänge bestätigt, die man bisweilen unter den Bastfasern und Saftgefäßen, z. B. an einer ziemlich großen Anzahl von Apocineen und Asclepiaden beobachten kann; die zweiten können sogar die ersteren in mehreren von diesen Pflanzen und in andern, z. B. in den Euphorbien, wo der milchige Saft in so großer Menge vorkommt, gänzlich vertreten. Zwar ist bei der Mehrheit der Pflanzen, wo der Bast in seinen gewöhnlichsten Formen vorkommt, die enthaltene Flüssigkeit farblos und unterscheidet sich auf diese Weise von der, welche die benachbarten Saftgefäße fortführen. Der absteigende Saft befände sich also in zwei etwas verschiedenen Zuständen in zwei Ordnungen von Gefäßen, die gewöhnlich mit einander gehen, sich bisweilen im Nothfalle ergänzen, ähnlich aber nicht identisch sind. Es würde in einem nicht so hohen Grade der Organisation in den Fasern erscheinen, deren lange Röhren ohne Verästungen, ohne Windungen ihn unmittelbarer nach unten führen würden.

§. 271. Bei Erforschung der Stellen, wo sich das Cambium (§. 58), dieses Element oder dieser Entwurf jeder vegetabilischen Organisation, lagert, bemerkt man, daß es gewöhnlich auf dem Wege der Saftgefäße geschehe. An den Stämmen der dikotyledonischen Pflanzen, die wir allein bei der ganzen vorhergehenden Darstellung benützt haben, geschieht die große Niederlage zwischen der Rinde und dem Holze ganz genau längs dem Cylinder hin, der nach außen durch die Anhäufung der Saftgefäße und der Bastfasern entsteht. Die kleine zellige Masse, die in der Achsel des Blattes zu Bildung der Knospen vorbereitet wird, befindet sich auf dem Wege der Gefäße, welche allen Later, der sich in diesem Blatte bildete, mit sich nehmen, sich in dem Blattstiele zusammen drängen oder sich in der Scheide entfalten. Bei den monokotyledonischen Pflanzen befinden sich die Fasern und die Röhren, die man als den Bast und die Saftgefäße ansieht, in den aus Fasern und Gefäßen bestehenden Büscheln, die durch den ganzen Stamm zerstreut sind, und in gleichfalls zerstreuten Haufen lagert sich das Cambium. Ihre gipfelständige, oft einzige Knospe muß alsdann zuerst den ganzen Saft benützen, der von den Blättern der

ihr vorangegangenen bereitet wurde; und dies ist aus einem stärkeren Grunde auch für die gefäßigen akotyledonischen Pflanzen wahr. Kurz, bei allen lassen die Saftgefäße an den Spitzen der Wurzeln, den Sitzen einer beinahe nie aufhörenden Bildung, aus.

Die Behälter mehrerer anderer, sehr ausgearbeiteter Stoffe stehen auch mit den Saftgefäßen, die in Menge um die Apparate herumstehen, die sie absondern, in Verbindung. Natürlicherweise kommen in der Rinde am gewöhnlichsten diese Arten von Behälter, z. B. die Harzbehälter, vor. Man findet sie aber auch bisweilen in andern Theilen, z. B. im Marke, und man darf darüber wenig befremdet sein, wenn man sich erinnert, daß sich auf diese Weise die Saftgefäße beinahe überall zerstreut antreffen lassen.

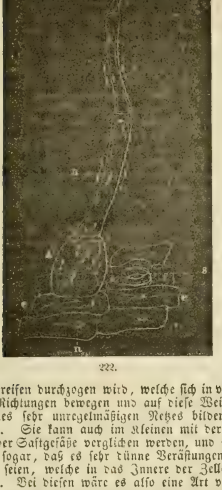
§. 272. Um das, was wir von der allgemeinen Bewegung der Flüssigkeiten in den vollkommensten Pflanzen wissen, in wenige Zeilen zusammenzufassen, so dringt das Wasser in der Erde, das verschiedene Substanzen aufgelöst enthält, in die Wurzeln durch die Wurzelspitzen ein, steigt sodann unter dem Namen Saft durch diese Wurzeln und sodann durch den Stamm sowohl durch die unmittelbaren Kanäle, welche ihm die Gefäße eröffnen, als auch durch die Fasern und Zellen, die dasselbe nach und nach durchsieht, mitten durch den holzichten Körper, löst verschiedene neue Substanzen auf und eignet sich dieselben an. Dieser Gang von unten nach oben und von innen nach außen führt denselben in die Blätter und an die Oberfläche der Rinde, wo er mit der Luft in Verbindung tritt. Da er nun durch diesen Einsaugungsakt vollkommen organisirt ist, so schlägt er einen rückgängigen Weg ein und steigt großentheils durch die Rinde sowohl auf geradem Wege, als in Folge von Windungen wieder herab und setzt auf seinem Wege aus seinen ganz zubereiteten, ununterbrochenen Auflösungen Haufen von Stoffen ab, die größtentheils zur Ernährung oder zur Bildung der Gewebe bestimmt sind und gelangt endlich an die Spitze der Wurzeln, wo das Einsaugen begonnen hat.

§. 273. **Kreisbrehung** oder **Circulation innerhalb der Zellen.** — Die Pflanzen, an welchen wir bisher die allgemeine Bewegung der Säfte untersucht haben, sind mit mannigfaltigen Höhlungen und Kanälen versehen, in welchen diese Bewegung stattfindet. Wir wissen aber, daß es viele andere Pflanzen von einem weit einförmigeren Baue gibt, die bloß aus Zellen, ohne Spiral- und Saftgefäßen bestehen. Schon durch die Vernunft ist es begreiflich, daß die Flüssigkeiten von ihrem unteren Ende zum obern bloß durch die Kraft der Endosmose gelangen könnten; die Beobachtung zeigt aber an mehreren unter ihnen, daß etwas ganz Anderes als dieses physische Phänomen vor sich gehe. Wir wollen als das bekannteste Beispiel, an welchem sich auch diese Beobachtung am leichtesten anstellen läßt, den Armleuchter nehmen. Es sind kleine, in unsern stehenden Wassern häufig vorkommende Pflanzen, die (§. 101) aus einer Reihe cylindrischer und an ihren Enden zusammenhängender Zellen bestehen; in vielen Arten bildet eine einzige Zelle gewissermaßen einen Zwischenknoten; bei vielen andern ist sie von andern parallelen und engeren Zellen umgeben, die eine Art Scheide für sie bilden, und um diese Centralzelle gut zu sehen, muß man durch gelindes Abkratzen die sie umgebenden wegschaffen. Wenn man entweder die so entblößte Zelle, oder die einzige Zelle im Wasser unter das Mikroskop bringt, so nimmt man in ihrem Innern eine sehr merkliche Bewegung wahr. Es ist die Bewegung von einer sehr großen Menge Körnchen von verschiedener Größe, die in ihrer Höhlung mitten in der in ihr befindlichen, durchsichtigen Flüssigkeit schwimmen, und sich mit einander längs den Wänden hin in zwei allgemeinen Richtungen in einer auf- und absteigenden bewegen. Man findet bald, daß diese Bewegung das Resultat einer einzigen Strömung ist, welche beim Aufsteigen an einer Seite der Röhre hinaufgeht, sich an ihrem oberen Ende biegt, an der gegenüberstehenden Seite der Röhre wieder hinabgeht, sich an ihrem unteren Ende wieder biegt, wieder an ihren Ausgangspunkt kommt, um den nämlichen Lauf wieder zu beginnen, und auf diese Weise nach der mehr oder minder großen Länge der Röhre, eine mehr oder weniger verlängerte Ellipse beschreibt. Darum hat man den Namen Kreisdrehung (Rotation) dieser innerhalb der Zellen vor sich gehenden Bewegung des Saftes gegeben. Nach der ersten Zugend wird die Zelle nur schwach, wie um sich selbst gedreht, und die Strömung nimmt eine etwas schiefe Richtung in Beziehung auf ihre Achse an, anstatt vollkommen parallel mit ihr zu sein; man bemerkt, daß sie sich sodann längs einem breiten Streifen von grünen Körnchen hin bewege, welche die Wand färben und einen Theil derselben ausmachen. Wenn man die Streifgkeit der Röhre dadurch unterbricht, daß man sie mit einem Faden zusammenschnürt, so fährt in jeder der zwei Höhlungen, die auf Kosten einer einzigen entstanden, die Circulation zwischen dem Bande und der entsprechenden Scheidewand doch fort. Man beweist auf diese Art, daß sie nicht in dem Zwischenraume von zwei Häuten stattfand, wie mehrere Schriftsteller glaubten, denn sonst würde sie durch die Unterbindung nothwendig aufgehört haben.

§. 274. Später wies man die nämliche Bewegung in den Zellen mehrerer Wasserpflanzen von einer einfachen, doch weit niederern Organisation, als die der Armleuchter nach, z. B. an den Naja, Hydrocharis, Vallisneria. Diese Erscheinung sieht man auch sehr deutlich an denselben, besonders in den Zellen, welche die Radicellenhaare bilden; man bemerkt sie aber eben so an den andern Theilen derselben Pflanzen, in den Zellen, die in dem Inneren der Stämme oder der Blätter liegen, und sich darum nicht in unmittelbarer Berührung mit dem Wasser befinden. Die durch den Gang der Körnchen angegebene Strömung beschreibt daselbst auch eine Ellipse nach der Richtung der Achse der Pflanze, und gewöhnlich parallel oder etwas schief in Beziehung auf die Achse der Zelle. Da hier die Zellen nicht isolirt sind, so kann man die Bewegung in mehreren benachbarten anliegenden Zellen zu gleicher Zeit studiren, und erkennen, daß die Bewegung der einen von der Bewegung der andern vollkommen unabhängig sei.

§. 275. Ist diese Bewegung innerhalb der Zellen von Wasserpflanzen und denen von einer einfachen Struktur eigenthümlich? Untersuchungen, die auf eine Menge von Pflanzen ausgedehnt wurden, welche zu allen Graden der Organisation gehören, haben, wenn sie mit hinreichender Gewandtheit angestellt wurden, fast immer eine analoge Bewegung in dem Inneren der Zellen, besonders in den Geweben, die reich an Saft, und der wirklich Sitz eines schnellen Wachsthums sind, nachgewiesen. Die Pflanzen aus der Familie der Commelineen und unter andern das Spinnenkraut (Tradescantia virginica), werden hauptsächlich als solche angeführt, die diese Erscheinung auf eine auffallende Weise in ihren gegliederten Fasern und auch in verschiedenen andern Theilen ihrer Blüte und ihres Stammes zeigen (Fig. 222).

§. 276. Die Strömung ist nicht immer einfach, wie in den ersten, von uns angeführten Beispielen. Sie theilt sich bisweilen; und obgleich selbst alsdann ihre Theilungen nur Beräfungen zu sein scheinen, die von einer Hauptströmung abgewichen sind, so sieht man doch, daß die innere Wand der Zelle von klei-



222.

nen Streifen durchzogen wird, welche sich in verschiedenen Richtungen bewegen und auf diese Weise eine Art eines sehr unregelmäßigen Netzes bilden (Fig. 222, a). Sie kann auch im Kleinen mit der Strömung der Saftgefäße verglichen werden, und Schulz glaubt sogar, daß es sehr dünne Verästelungen dieser Gefäße seien, welche in das Innere der Zellen eindringen. Bei diesen wäre es also eine Art von Cyclose, obgleich er bei dem Armleuchter und anderen zellichten Pflanzen die Rotation annimmt. Das Phänomen zeigt sich aber in allen diesen verschiedenen Pflanzen so ähnlich, unter den mannigfaltigen Modifikationen, die es zeigen kann, geht man durch so unmerkliche Uebergänge von der einen zur andern über und das Eindringen der Gefäße durch die Zellenwand scheint ein so sonderbarer Umstand zu sein, daß man allgemein überein gekommen ist, der in dem Innern der Zellen vorkommenden Bewegung der Säfte die nämliche Natur in den Pflanzen von verschiedenen Organisationsstufen beizulegen. Wenn man überdies diese Zellen mit vielfachen Strömungen lange aufmerksam beobachtet, so sieht man in diesen bald mehr oder weniger auffallende und zahlreiche Veränderungen. Sie folgen keinen constanten Richtungen und Bahnen, wie es der Fall sein müßte, wenn sie in besondern Röhren eingezwängt wären.

Schleiden gibt in den jungen Zellen der Samenhülle des *Ceratophyllum* eine Strömung an, welche die Achse der Zelle von einem Ende zum andern durchlief, und sich sodann durch eine Art von Entfalten auf ihre Wände zerstreute. Dies ist die einzige Beobachtung dieser Art, und alle andern haben bisher gezeigt, daß die Strömungen ausschließend an der Wand vor sich gehen. Diese ist auf dem Wege derselben mit einer schleimigen Flüssigkeit überzogen, deren mehr oder minder große Flocken oft mitten in die Bewegung der Körnchen hineingerissen werden. Man findet in eben diesen Zellen sehr häufig den Kern, der einen Einfluß auf die Strömungen auszuüben scheint, die, wenigstens die Vorzüglichern, bei ihm auszulaufen scheinen (Fig. 222). Es ereignet sich sogar bisweilen, daß sie ihn ablösen und mit sich fortnehmen, und seine Natur scheint der Natur der Materie, worauf sie bestehen, sehr ähnlich zu sein.

§. 277. Die Rotation, die man zuerst für eine Circulationsweise gehalten hatte, die den niederen Vegetabilien und Wasserpflanzen eigen ist, wo keine Circulation, die der der Gefäßpflanzen ähnlich ist, stattfinden kann, ist nach allem Vorhergehenden, eine fast allgemeine Thatsache im Pflanzenreiche, deren Allgemeinheit sogar auf ihre Wichtigkeit schließen läßt. Daher scheint auch ihre Thätigkeit gewöhnlich mit der Lebensthätigkeit selbst in Beziehung zuſtehen: die eine, wie die andere wird durch die nämlichen Umstände modifizirt. Die physischen oder chemischen Agentien, welche nach den Versuchen die erste vergrößern oder verzögern oder ganz aufhalten, sind gerade diejenigen, von denen man weiß, daß sie auf die zweite einen gleichen Einfluß ausüben.

§. 278. Mehrere Pflanzen, vorzüglich diejenigen, denen man wegen ihres fleischigen und dicken Gewebes den Namen Fettpflanzen gegeben hat, haben in ihren Zellen statt einer ganz bestimmten Rotation unbestimmte Bewegungen des Saftes von einem Punkte der Wand zum andern gezeigt; besondere Strömungen, die anfangen, ohne zu enden, oder die höchstens in einer Ecke der Höhlung enden. Endlich gibt es auch viele Pflanzen, bei denen man vergebens eine Spur von Bewegung innerhalb der Zellen gesucht hat. Man darf aber aus diesen negativen Erscheinungen zahlreichen, positiven Thatsachen gegenüber keinen Schluß machen. Unter der scheinbaren Unbeweglichkeit der Pflanze also verbirgt sich eine wirkliche, allgemeine, in jedem ihrer geringsten Theile eben so gut als in ihrer Totalität bestimmte Bewegung.

Athmen (Respiration).

§. 279. Bevor wir uns in eine Darstellung der Erscheinungen des Athmens bei den Pflanzen einlassen, wollen wir die Organe, die zu dieser Verrichtung bestimmt sind, und den Werth eines Systems untersuchen, das lange Zeit geherrscht hat, und das man noch heutzutage in vielen Büchern wieder auftauchen sieht, nämlich das, welches bei dem Athmen eine Hauptrolle den entrollbaren Luftgefäßen beilegt. Die äußere Aehnlichkeit dieser Gefäße mit den Luftgefäßen der Insekten mußte natürlicher Weise auf diesen Gedanken führen. Man weiß, daß sich an den Seiten des Körpers des Insektes einer Reihe von Poren öffnet, durch welche man in eben so viele Röhren gelangt, die äußerlich mit einer Spiralfaser versehen sind; daß diese Röhren sich in einer Reihenfolge von immer dünnerern Verästlungen in dem ganzen Inneren des Körpers vertheilen, daß sie in demselben auf diese Weise von dem Lebensfluidum, das ihn ungehindert erfüllt, gebadet werden, daß dieses Fluidum auf der einen Seite, und auf der andern die Luft, welche von außen in die Poren kommt und in den Röhren beziehungsweise durch die dünnen Wände derselben circulirt, auf einander eine Rückwirkung äußern, daß das Athmen also unmittelbar in allen Theilen vor sich geht. Wenn man bei den Pflanzen Gefäße findet, die mit einer Spiralfaser

222. *p* Haar von dem Kelche der *Tradescantia virginica* mit einem kleinen Stücke der Epidermis *e*, auf welchem man eine Spaltöffnung *s* sieht. In jeder von den Zellen, woraus sowohl die Epidermis als das Haar besteht, bemerkt man einen Kern *n* und die beiden Strömungen, deren Richtung die Pfeile anzeigen. In jeder Zelle sind mehrere Strömungen, die sich gewöhnlich an der Stelle des Kerns kreuzen. Man sieht sie undeutlich in denen der Epidermis und sogar in denen, wo die Spaltöffnung bilden; sehr deutlich in der Zelle *a*, die dem Haare zur Grundbasis dient; die Figur zeigt nur eine einzige (obgleich auch mehrere da sind) in den gestreckten obern Zellen.

verſehene ſind, und die ſich gerade ſo in dem ganzen erſten Jahre ihrer Bildung, das heißt in alle grünen Theile vertheilen, wo das Athmen bewirkt wird, ſo ſah man ſich veranlaßt, zu glauben, daß ſie zu dieſer Verrichtung beitragen. Man nahm ehemals ſogar an, daß die Luftgefäße unmittelbar in die Spaltöffnungen ausmünden, und nun wäre die Analogie mit den Luftgefäßen der Inſekten vollſtändig geweſen, und hätte ſogar Ueberzeugung zur Folge gehabt. Dem iſt aber nicht ſo, und wir wiſſen jetzt, daß die Luftgefäße von den Spaltöffnungen, in den Aeſten durch die ganze Dicke der Theile, die zwiſchen der Markröhre und der Epidermis liegen (§. 62), und in den Blättern durch die ganze Dicke des Parenchyms getrennt ſind, und daß ſie in dieſen überdies der ganzen oberen Fläche entſprechen, wo die Spaltöffnungen ſeltener ſind (§. 125). Die Luft könnte alſo, weit entfernt, unmittelbar in die Luftgefäße durch die Spaltöffnungen einzudringen, durchaus nur dann zu denſelben gelangen, nachdem ſie mehr oder minder dichte Schichten anderer Theile durchſtrichen hätte, und ſich in ihre Höhlung nur durch ihre Wand einen Weg machen.

Alles, was uns die Anatomie über die Luftwege in dem Pflanzengewebe lehrt (§. 127), beſteht darin, daß die Luft unter der Oberfläche, die ihr offen ſteht, eine große Menge von Gruben antrifft, die untereinander in Verbindung ſtehen, und daß ſie auch um Zellen herum circuliren könne, deren Entfernung jenes Netz von inneren Höhlungen bildet, die durch die Spaltöffnungen mit außen in Verbindung ſtehen. Es iſt möglich, daß ſie noch etwas tiefer eindringt, wo ſie Gänge findet. Hier ſind die Schranken der unmittelbaren Wege, die ihrer Circulation eröffnet ſind.

Welches iſt denn nun die phyſiologiſche Rolle der Luftgefäße? Sind ſie zu den nämlichen Zwecken beſtimmt, wie die andern Gefäße, und wenn dies der Fall iſt, wozu ihre beſondere Lage und Geſtaltung? Da ſie immer die erſten ſind, welche ſich bilden, da dies in noch zarten Theilen geſchieht, die ſehr kräftig wachſen, da in dem Verhältniſſe, als dieſes Wachsthum langſamer vor ſich geht, und ſtille zu ſtehen ſtrebt, die neuen ſich entwickelnden Gefäße dadurch verſchiedene Formen annehmen, die ſich immer mehr von der Spirale entfernen, ſo darf man vermuthen, daß ihr beſonderer Bau und ihre Entwicklungsweiſe mehr mit den Bedürfniſſen jener Verlängerung, welche auf der ganzen Achſe des Zweiges zu gleicher Zeit, und nicht bloß an ihrer Spitze, wie bei der Wurzel ſtattfindet, in Verbindung ſtehe. Bei dem Steigen des Saftes ſind die Luftgefäße, wie alle andern Theile mit dieſer Flüſſigkeit angefüllt; ſie ſchaffen dieſelbe ſogar ſchneller fort, als die andern Gefäße. Später können ſie, wie dieſe, Gas ſtatt der Flüſſigkeit enthalten; da ſie aber nicht die einzigen ſind, ſo beweiſen ſie dadurch keine ihnen eigenthümliche Beſtimmung. Wenn ſie zum Athmen dienen, ſo geſchieht dies weder auf eine ausſchließende noch conſtante Weiſe. Dieſe Folgerung wird durch Beobachtung an Pflanzen beſtätigt, wo das Athmen vollkommen vor ſich geht, und die doch keine ächte Luftgefäße beſitzen, wie z. B. die Farnkräuter.

§. 280. Man weiß, daß die atmoſphäriſche Luft ein Gemenge von zwei Gaſen iſt, dem Sauerſtoffe und dem Stickſtoffe. Ein Volumen Luft hat in hundert Theilen ungefähr 79 Theile Stickſtoff und 21 Theile Sauerſtoff; hiezu kommt noch eine ſehr geringe Menge von einem andern Gaſe, der Kohlenſäure. Dieſes iſt eine Verbindung von 8 Gewichtstheilen Sauerſtoff mit 3 Theilen Kohlenſtoff, einem Körper, den wir im feſten Zuſtande in der Kohle antreffen, der aber durch ſeine Verbindung mit dem Sauerſtoffe in den gasartigen Zuſtand übergegangen iſt. Dieſe kleine Menge kohlenſauren Gaſes iſt es nun, auf deren Koſten das Athmen der Pflanzen bewerkſtelligt wird; und bei dem erſten Anblicke könnte man ſich darüber verwundern, daß ſie dazu ausreiche, wenn man bedenkt, daß die Kohlenſäure kaum den tauſendſten Theil von dem Gewichte der Luft ausmacht. Dieſes Erſtaunen verſchwindet aber bei dem Gedanken an die Ausdehnung und Höhe der auf unſere Erde drückenden Luft, welcher uns auch zeigt, daß dieſes auf ſeinen tauſendſten Theil reduzirte Gewicht noch eine ungeheure, und das Gewicht aller Pflanzen auf der Erde zuſammen genommen bei weitem überſteigende Größe ſei; denn die Berechnung zeigt, daß die Atmoſphäre 1500 Billionen Kilogramme Kohlenſtoff enthalte.

§. 281. Der Chemie iſt es gelungen, die Veränderungen, die mit dieſer ſo zuſammengeſetzten Luft vor ſich gehen, durch zwei verſchiedene Methoden anzugeben. 1) Man läßt eine Pflanze unter einer mit Luft angefüllten und abgeſperrten Glocke vegetiren und nimmt nach einer beſtimmten Zeit die Analyſe dieſer Luft vor. Man kann mit dem Verſuche abwechſeln, indem man für die Pflanze unter der Glocke eine künſtliche Atmoſphäre macht, in welcher die Elemente der Luft ſich nicht in ihrem natürlichen Verhältniſſe befinden, oder ſogar durch andere erſetzt werden, und ſodann ſehen, was ſich ſowohl für die Zuſammenſetzung dieſer Atmoſphäre als auch für die Pflanze ſelbſt daraus ergibt. 2) Man läßt ein Samenkorn in reinem Sande, der mit gleichfalls reinem Waſſer angefeuchtet wird, keimen, und läßt die einmal aufgegangene Pflanze fortkeimen, indem man ihr keine andere Nahrung gibt, als bekannte Mengen von dieſem Waſſer, und weiß ſodann durch die Analyſe ihre chemiſche Zuſammenſetzung nach. Man kannte genau die Zuſammenſetzung des Samenkorns von andern durchaus ähnlichen und gleich ſchweren Samenkörnern; man weiß alles, was die Pflanze aus dem Waſſer, ihrer einzigen Nahrung, ſchöpfen konnte. Alles, was einen Ueberſchuß über das bildet, was ſie uranfänglich hatte und über das, was ſie nachher dem Waſſer entzog, iſt nothwendig aus der Luft genommen worden. Da ſich hier der Verſuch in einer erneuerten Luft ſehr in die Länge zieht, ſo kann er ſehr ſchwache Mengen angeben, welche in einem beſtimmten Volumen Luft und in einer ſehr beſchränkten Zeit Null geweſen wären, und die demnach der erſten Verſuchsweiſe hätten entgehen müſſen.

§. 282. Durch den erſten Verſuch hat man dargethan, daß die atmoſphäriſche Luft, in welcher eine Pflanze athmete, eine gewiſſe Menge Kohlenſtoff gewonnen und eine gewiſſe Menge Sauerſtoff verloren habe. Nun ſtehen dieſe zwei Mengen beinahe in dem erforderlichen Verhältniſſe, durch ihre Verbindung Kohlenſäure zu erzeugen. Es iſt bloß etwas Sauerſtoff zu wenig. Die Pflanze zerſetzt alſo beim Athmen die Kohlenſäure, behält ihren Kohlenſtoff und ein wenig Sauerſtoff und ſcheidet das Uebrige von dieſem letztern, der nun frei geworden iſt, aus. Kommt nun aber dieſe zerſetzte Kohlenſäure bloß von dem Theile her, der ſich ſo eben unmittelbar aus der atmoſphäriſchen Luft in das Innere der Pflanze begeben hat, oder kann er auch zum Theile aus dieſem Innern kommen, wo er ſich ſchon ganz gebildet vorfinden könnte? Dieſe letztere Meinung iſt wahrſcheinlich, weil man, wenn man die Pflanze in eine Atmoſphäre bringt, in welcher ſich durchaus keine Kohlenſäure befindet, z. B. in reinen Stickſtoff, nach Verlauf einiger Zeit eine gewiſſe Menge Sauerſtoff unter dieſelbe gemengt antrifft, der von der Zerſetzung der Kohlenſäure herrührt, welche die Pflanze in ihrem eigenen Gewebe enthielt.

§. 283. So gehen die Sachen vor ſich, wenn

die Pflanze dem Sonnenlichte ausgesetzt ist. In vollständiger Dunkelheit ist es ganz anders; denn man findet in dem Ballone mehr Kohlensäure und weniger Sauerstoff. Die Thätigkeit ist nun umgekehrt, und die grünen Theile der Pflanze haben den zweiten angenommen und behalten und die erste ausgeschieden. So führt also die Abwechslung des Tages und der Nacht den Wechsel der Athmungserscheinungen mit sich: Bindung des Kohlenstoffs und Freiwerdung des Sauerstoffs bei Tage; Entwicklung der Kohlensäure und Bindung des Sauerstoffs bei Nacht. Sogar bei Tage stehen die Pflanzen, wenn sie des Lichtes beraubt sind, unter einem ähnlichen Einflusse; wenn sie in Schatten gestellt werden, so vergeilen sie endlich, d. h. sie entfärben und verlängern sich, indem sie viel von ihrer Festigkeit verlieren, und auf diese Weise die Entziehung des Kohlenstoffs beurkunden, der ihre Flächen grün färbt und ihren Geweben Festigkeit verleiht. Es ist indessen klar, daß nicht alle für diesen Einfluß gleich empfindlich sind und nicht des nämlichen Grades von Licht bedürfen, da mehrere kräftig im Schatten vegetiren. Zwischen den beiden äußersten Extremen, dem unmittelbaren Sonnenlichte und vollständiger Dunkelheit liegt eine proportionirte Stufenfolge in der Stärke der zum Athmen gehörigen Erscheinungen. Ein sehr lebhaftes künstliches Licht kann sogar vergeilte Pflanzen wieder in etwas grün färben.

§. 284. Können wir bei dieser gegenseitigen Wirkung des Lichtes und der grünen Theile der Pflanze noch etwas über das in die Sinne fallende Resultat hinaus entdecken? Man weiß, daß sich ein Lichtbüschel in mehrere, verschieden gefärbte Strahlen zerlegt, wovon jeder Körper die einen auf seiner Oberfläche einfangt und die andern reflektirt, und daß die aus diesen letztern Resultirende die Farbe der Körper gibt, deren Eindruck in unser Auge gelangt. Man weiß überdies, daß der Lichtbüschel den Körper zu gleicher Zeit erwärmt, während er ihn erleuchtet; was aber bei einem jeden anders gefärbten Strahle auf eine ungleiche Weise geschieht; daß bei jedem die Wärme nicht unveränderlich mit dem Lichte verbunden fortgeht, sondern daß sie sich in gewissen Mitteln trennen, um einen verschiedenen Weg einzuschlagen, wodurch der Strahl zum zweiten Male und in zwei, in einen Lichtstrahl und in einen Wärmestrahl zerlegt wird. Mit dieser doppelten Eigenschaft verbindet sich noch eine dritte; das Licht kann die chemische Natur eines Körpers, auf den es fällt, verändern, wie dies gewisse Substanzen beweisen, die man im Dunkeln aufbewahrt und die sich in der Helle zum Nachtheile verändern, wodurch man veranlaßt wird, chemische Strahlen anzunehmen, die auch zu der Zusammensetzung des Lichtstrahles kommen. Bei den Bildern, welche durch das Daguerreotyp erzeugt werden (dessen Einrichtung sich auf diese letztere Eigenschaft gründet), werden die grünen Theile der Pflanzen, so wie die Bilder aller grünen Körper überhaupt nicht wiedergegeben. Man ist also geneigt, anzunehmen, daß die chemischen Strahlen in der Pflanze verschwunden sind, indem sie von ihr zurückgehalten und absorbirt werden, und daß dies eine besondere Eigenschaft ihrer grünen Theile ist. Was die Wärmestrahlen anbetrifft, so mußten sie keinen Einfluß auf das Athmen der Pflanzen ausüben, das bei gleicher Temperatur in dem Lichte stattfindet und in der Dunkelheit nicht stattfindet.

§. 285. Die Theile, deren natürliche Färbung anders als die grüne ist, wirken an dem Tageslichte gerade so wie die grünen ohne Tageslicht, sie oxydiren sich und verlieren den Kohlenstoff. Die Wurzeln und alle unter der Erde befindlichen Theile befinden sich in diesem Falle, und dieser Sauerstoff, den sie anziehen, scheint ihnen unentbehrlich zu sein; denn in ein Gas getaucht, das desselben beraubt ist, sterben sie bald. Der leichte Zutritt der atmosphärischen Luft zu ihnen ist eine günstige Bedingung für die Vegetation, und ihre Verpflanzung in eine Tiefe, wo sie schwer hinkommen kann, ist ihr hinderlich.

§. 286. Eben so verhält es sich mit dem Samen. Läßt man ihn keimen, so macht er in seiner ersten Entwicklung, sogar an dem Sonnenlichte Kohlensäure frei und saugt Sauerstoff ein. Die erste entspringt aus einem gewissen Theile Kohlenstoff, der in dem Gewebe des Samens enthalten ist, und der sich mit dem eingesogenen Sauerstoffe verbunden hat, der ganz zu diesem Zwecke verwandt wurde; denn wenn das Keimen in reinem Sauerstoffe vor sich geht, so kommt die Menge der entwickelten Kohlensäure der des verschluckten Sauerstoffes gleich. Dies geht so fort, bis das weiter vorangerückte Keimen die grünen Theile der kleinen Pflanze an das Tageslicht gebracht hat. Alsdann ist die Erscheinung ganz umgekehrt; das Einathmen der Kohlensäure und das Ausathmen des Sauerstoffes fangen an. Dieses Bedürfniß an Sauerstoff bei dem ersten Keimen erklärt es, wie die Samenkörner so lange Zeit in großen Tiefen unversehrt aufbewahrt werden können.

§. 287. Ein merkwürdiger Versuch Edwards und Collin's zeigt, daß es bei dieser Wirkung des keimenden Samenkorns auf das Mittel, welches dasselbe umgibt eine, andere Zersetzung als die der atmosphärischen Luft geben könne. Indem sie in Wasser gelegte Bohnen einem anfänglichen Keimen unterwarfen, haben sie eine Entwicklung mehrerer Säge nachgewiesen, unter welchen sich die Kohlensäure in einer außerordentlichen Menge, und beinahe in einer achtmal stärkeren Menge befand als die kleine Quantität atmosphärischer Luft, die von Natur aus in dem Wasser enthalten war. Der Sauerstoff dieser Luft konnte also bei weitem nicht durch seine Verbindung mit dem Kohlenstoffe des Samenkorns alle diese Kohlensäure liefern, und der Ueberschuß von dieser nicht aus der Zersetzung eines Theiles Wassers entspringen, wovon eines seiner Elemente, der Sauerstoff, mit dem Kohlenstoffe in Verbindung getreten war, und der andere, der Wasserstoff, der sich nicht unter den entwickelten Gasen befand, von dem Samenkorne eingesogen worden sein mußte. Die Schriftsteller schließen daraus, daß die Rolle des Wassers bei dem Athmen der Pflanzen nicht Null oder rein physisch sei und daß es auch bei demselben zersetzt werden könne.

§. 288. Auf der andern Seite hat Boussingault durch die zweite, weiter oben (§. 281) angegebene Weise zu experimentiren, d. h. durch die chemische Analyse einer Pflanze, die sich nur auf Kosten des reinen Wassers und der atmosphärischen Luft entwickelte, bewiesen, daß sie nach Verlauf einer gewissen Zeit eine kleine Menge Stickstoff erlangt habe, welche alsdann augenscheinlich nur von der Luft geliefert worden sein kann. Diese Menge war bei der Analyse von gewissen Hülsenfrüchten, wie bei dem Klee und der Erbse sehr wahrnehmbar; bei den Cerealien, wie bei dem Weizen und Hafer war sie Null. Wird diese Menge auf Kosten des in der Luft befindlichen Stickstoffes genommen oder auf Kosten der ammoniakalischen Dünste, wovon nach einigen Physikern eine unendlich kleine Quantität gewöhnlich in der Atmosphäre verbreitet ist? Wir werden sehen, daß in der Erde das Ammoniak oder flüchtige Alcali, eine Verbindung aus Stickstoff und Wasserstoff, eine bedeutende Rolle in der Ernährung der Pflanzen spielt.

§. 289. Aus dem Vorhergehenden folgt, daß die Pflanze aus der Atmosphäre Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff schöpfen könne und es ist bemerkenswerth, daß sie diese Elemente nur bei Körpern, die mit der Luft sowohl in wechselnden als auch sehr oft in unendlich kleinen Verhältnissen verbunden sind, dem kohlensauren Gase, den Wasser-

dämpfen und dem Ammoniak, zu holen scheint. Lassen wir aber das Einsaugen des Wasserstoffes und Stickstoffes auf Kosten der Atmosphäre bei Seite, ein Einsaugen, das in den allermeisten Fällen unwahrnehmbar ist und dessen Rolle bei dem Einathmen bis jetzt rücksichtlich auf das des Kohlenstoffes und Sauerstoffes doch nur eine Nebenrolle ist. Das Einathmen des kohlensauren Gases und seine Zersetzung durch die grünen Theile kann man als die Hauptercheinung bei dem Athmen der Pflanzen betrachten.

Einige Schriftsteller wollten zwar, in Betracht, daß die ganze Pflanze im Zustande des Samens und später, wenn sie entwickelt ist, viele ihrer Theile bei Tage, und alle bei Nacht, den Sauerstoff einathmen und das kohlensaure Gas ausstoßen, in diesem Akte das vegetabilische Athmen erkennen, welches alsdann dem der Thiere ähnlich wäre, und in der Zersetzung der Kohlensäure bei dem Lichte, bloß einen Akt der Ernährung sehen. Die Richtigkeit dieses Gesichtspunktes hängt einzig und allein von der Erklärung ab, die man für das Athmen annehmen will. Versteht man darunter den Akt, durch welchen die zur Nahrung des organisirten Körpers bestimmte Flüssigkeit durch die Berührung mit der atmosphärischen Luft die Eigenschaften annimmt, die sie ganz geeignet machen, diese Bestimmung zu erfüllen, so bleiben wir der alten Theorie getreu, welche die grünen Oberflächen des Körpers in Beziehung auf die Atmosphäre die Rinde und vorzüglich die Blätter als die Respirationswerkzeuge ansieht. Man hängt dieser Ansicht auch noch durch eine Parallele mit dem Athmen der Thiere an. Bei dem Einathmen entziehen sie der Luft Sauerstoff, den das Blut in alle Theile des Körpers mit sich führt, um auf dem Rückwege Kohlenstoff mitzunehmen, den sie durch das Ausathmen in Gestalt der Kohlensäure in die Luft ausstoßen. Die Pflanzen entziehen der Luft Kohlensäure, welche, in das Innere ihres Gewebes gebracht, daselbst Kohlenstoff zurücklässt und der Luft Sauerstoff zurück gibt. Auf diese Weise stellt das Athmen der Pflanzen das der Thiere in umgekehrtem Sinne vor, es ersetzt die Wirkungen desselben in der Atmosphäre, und die Luft findet sich, nachdem sie den Kreislauf in den Athmungswerkzeugen der zu den beiden verschiedenen Reichen gehörigen organisirten Wesen gemacht hat, in ihrer anfänglichen Zusammensetzung wieder. Zwar muß von Seite der Pflanzen die Wirkung, welche in der Luft die Nacht hindurch hervorgebracht wurde, zum Theile die Wirkung aufheben, die den Tag über erzeugt wurde; wenn man aber die ungeheure Menge Kohlenstoff bedenkt, der in den Pflanzen angehäuft ist, wenn man bedenkt, daß er in denselben in Folge des Athmens gebunden wurde, so sieht man, daß kein Ersatz stattfindet, daß der tägliche Gewinn an Kohlenstoff den nächtlichen Verlust bei weitem übersteige und daß alle von den Thieren ausgeathmete Kohlensäure da ihre Verwendung finde. Die Strömungen der atmosphärischen Luft stellen unaufhörlich das Gleichgewicht wieder her, das an gewissen Punkten durch Anhäufungen von Thieren oder von Pflanzen aufgehoben werden könnte.

§. 290. Diese Vergleichung zwischen den beiden Reichen führt uns natürlicher Weise auf die Untersuchung des Athmens der Pflanzen, welche unter dem Wasser leben, das Ad. Brongniart durch eine sinnreiche Theorie mit dem der Fische in eine gewisse Beziehung gebracht hat. Man weiß, daß bei diesen letztern und bei einer großen Menge von andern Wasserthieren das Athmungsorgan mit der Luft nur durch das Wasser, welches dasselbe umgibt, in Berührung gebracht ist, daß es diesem Wasser die atmosphärische Luft, die sich in demselben aufgelöst befindet, entzieht und sie auf die gewöhnliche Art zersetzt, indem es den Sauerstoff für sich behält und dem Wasser die Kohlensäure zurückgibt. Wir kennen den Bau der untergetauchten Blätter (§. 127 bis, Fig. 132), welche ohne Epidermis und demnach ohne Spaltöffnungen dem Wasser unmittelbar ihr Parenchym mit dünnen an einander gedrängten Wänden ohne Zwischenzellengänge und gewöhnlich bei einer sehr kleinen Anzahl von Reihen in die Dicke darbieten. Das Wasser kann also leicht auf dieses Parenchym vermittelst der Luft wirken, die es aufgelöst enthält, die in dasselbe hineindringt und sich da zersetzt. Kohlenstoff wird in den Zellen gebunden, die sich grün färben, und der Sauerstoff wird ausgehaucht. Das Licht äußert seinen gewöhnlichen Einfluß auf diese Erscheinung und in einer gewissen Tiefe sind die Pflanzen bleich und vergeilt. Wie die Kiemen der Fische werden diese Blätter, wenn sie einmal auf dem Wasser sind, schnell trocken und auf diese Weise unfähig, das Athmen fortzusetzen. Dieses schnelle Vertrocknen rührt von dem Mangel der Epidermis her, welche bei den in der Luft befindlichen Blättern das Ausdünsten derselben mäßigt, die zum Athmen bestimmten Höhlen gegen eine ähnliche Gefahr schützt und überhaupt den in dem Inneren der Pflanze enthaltenen Flüssigkeiten Zeit läßt, diejenige zu ersetzen, die bei dem Ausdünsten verloren geht.

§. 291. **Ausdünstung.** — Die wässerige Ausdünstung durch die Theile der Pflanze, welche der Luft ausgesetzt sind, wovon wir bereits als einer der kräftigsten Ursachen des gewöhnlichen Aufsteigens des Saftes zu sprechen Gelegenheit gehabt haben, geht beinahe ganz auf dem Wege der Spaltöffnungen vor sich, obgleich sie auf der ganzen übrigen Oberfläche und besonders auf den grünen Oberflächen, aber so schwach stattfindet, daß man sie unmerklich nennen kann. Man kann sich leicht davon überzeugen, daß sie durch die Spaltöffnungen vor sich gehe, wenn man bemerkt, daß sie beinahe Null ist, wenn diese fehlen, nicht besonders stark, wenn nur wenige da sind, weit thätiger überhaupt auf der unteren Fläche des Blattes als auf der obern, mit einem Worte, immer im Verhältnisse mit der Menge derselben. Diese Ausdünstung, die man mit der Respiration der Thiere verglichen hat, verdient also wegen ihres Sitzes, der genau die zum Athmen gehörige Fläche ist, mit der Ausdünstung durch die Lungen, dieser sehr beträchtlichen Ausstoßung von Wasserdampf, der mit dem Athem entweicht, verglichen zu werden, und darum beschäftigen wir uns hier mit derselben. Zu Unterstützung dieser Vergleichung wollen wir noch anführen, daß ihre Thätigkeit durch die nämliche Ursache geweckt wird, wie die des Athmens, nämlich durch das Dasein des Lichts. Im Schatten hat eine gleiche, und sogar noch stärkere Wärme, vergleichungsweise nur eine schwache Wirkung, während sie eine ausgezeichnete auf die nichtwahrnehmbare Ausdünstung äußert. Bei Nacht steht die Ausdünstung still.

§. 292. Die Menge Wasser, die in der Pflanze enthalten ist, bestimmt nothwendig bis auf einen gewissen Punkt hin diejenige, welche sie ausdünstet. Es war interessant, das Verhältniß zwischen der Quantität Wasser, welche sie ausdünstet und zwischen der, die sie zu gleicher Zeit einsaugt, zu bestimmen, was man leicht bewerkstelligen kann, wenn man das untere Ende eines Astes in den Hals einer Flasche steckt, die eine bekannte Menge Wassers enthält, das Ganze sodann unter eine Glocke stellt, und nach dem Versuche sowohl das in der Flasche befindliche, als auch das in die Glocke ausgedünstete Wasser abwägt. Man kann auch, damit durch den Versuch die natürlichen Bedingungen weniger gestört werden, den Ast in der freien Luft lassen, und ihn in eine bekannte Menge Wasser eintauchen, das man mit einer Oelschichte bedeckt, damit nichts durch die Ausdünstung seiner Oberfläche verloren gehe. Ist der Versuch beendigt,

so wägt man das noch übrige Wasser, so wie die Pflanze, die man gleich zu Anfang des Versuchs gewogen hatte. Der Gesammtverlust des Wassers zeigt die eingesogene Menge an; die Gewichtszunahme der Pflanze, die, welche es in seinem Gewebe behalten hat, die Differenz die, welche ausgedünstet wurde. Das Verhältniß ist nothwendig bei den verschiedenen Pflanzen verschieden; es kann auch in einer und derselben Pflanze verschieden sein. So verlor ein Stock Münze durch die Ausdünstung in einer gewissen Jahreszeit $^{2}/_{3}$, des eingeiogenen Wassers, in einer andern $^{13}/_{15}$. Dieser Einfluß der Jahreszeiten wird aus mehreren Ursachen, unter welchen das Alter der Pflanzen in erster Reihe zu stehen scheint, noch verwickelter, da sie bei gleicher Temperatur und Helle im Sommer weniger als im Frühlinge, und mehr als im Herbste ausdünsten. Das ausgedünstete Wasser ist nicht immer rein, sondern es enthält eine kleine Menge aufgelöster Stoffe, mit welchen es sich auf seinem Wege durch die Pflanze vermischt hat.

§. 293. Die Beschaffenheit der trockenen oder mehr oder weniger feuchten Atmosphäre, vermehrt oder vermindert die Ausdünstung, welche in einem mit Dampf gesättigten Mittel fast stille steht. Man war der Meinung, daß bisweilen sogar die Blätter den Wasserdampf einsaugen können, anstatt ihn auszudünsten, und wollte auf diese Weise erklären, wie gewisse Pflanzen lange ohne Wurzeln leben können. Dies sind aber Pflanzen, welche sehr arm an Spaltöffnungen und sehr reich an Säften sind, die auf diese Weise nur äußerst langsam verloren gehen, und sie zu ernähren fortfahren können. Zwar erhält sich ein Ast, dessen Blätter mit zahlreichen Spaltöffnungen versehen sind, und der in das Wasser getaucht wird, auch sehr lange am Leben; man hat ihn aber in die nämliche Lage, wie die vorhergehende war, versetzt, indem man die Ausdünstung durch seine von dem Wasser verstopften Spaltöffnungen unmöglich machte. Nur in sehr engen Gränzen muß das Einsaugen durch die Blätter vor sich gehen, und man kann es sich nicht wohl denken, wie es das der Wurzeln auf dem umgekehrten Gange, den der Saft alsdann einzuschlagen hätte, ersetzen sollte.

Ernährung und Absonderungen. *

§. 294. Die Ernährung ist diejenige Verrichtung, durch welche der organisirte Körper aus den mit ihm in Berührung gebrachten Materien die Stoffe nimmt, die sich sowohl dazu eignen, seine bereits gebildeten und neu zu bildenden Theile zu erhalten und zu stärken, als auch ihn selbst zu erhalten und sein Wachsthum zu befördern. Dieses organische Geschäft theilt sich im vegetabilischen Leben in drei Akte: erstens die Stoffe, welche im unverarbeiteten Zustande von außen kommen, werden in den Körper gebracht; zweitens sie erleiden in seinem Inneren gewisse Zubereitungen, welche größtentheils neuen und verwickelteren Verbindungen der hineingebrachten Elemente zuzuschreiben sind; sie werden organisch; drittens jeder Theil nimmt aus diesen so zubereiteten Stoffen das, was seiner besondern Natur und Bestimmung tauglich ist, bindet es und theilt ihm die Eigenschaften mit, die ihm abgingen, und womit er selbst ausgestattet ist; er assimilirt sich mit demselben.

Der erste Akt, welcher bereits den Organstand unserer Untersuchung ausgemacht hat, scheint unter dem fast ausschließlich en Einflusse physischer Kräfte vor sich zu gehen. Der zweite besteht in einer Reihe von Umwandlungen, deren Erklärung die Chemie in den meisten Fällen geben oder vermuthen kann. Der dritte ist großentheils das Geheimniß des Lebens, und man hat die unbekannte Kraft, welche ihn bewirkt, die Lebenskraft genannt. Diese Lebenskraft regiert übrigens alle diese Akte und die Gesammtheit der Erscheinungen, welche ohne dieselbe aufhören würden, sich zu zeigen, oder sich in ihrer bestimmten Ordnung zu verketten, und immer ist man genöthigt, sie hinter diesen mechanischen, physischen und chemischen Kräften zu erkennen, deren sie sich bedient, und die sie in Bewegung gesetzt hat.

§. 295. Bei der Abhandlung von dem Einsaugen der Wurzeln und von dem Athmen haben wir die Art und Weise untersucht, wie Stoffe, wovon die einen von der Erde, die andern von der Luft geliefert werden, in die Pflanze kommen. Die einen kommen den andern entgegen, und da, wo dies stattfindet, an der Oberfläche der Zweige und der Blätter, geht eine chemische Operation vor sich, die sich uns durch die Zusammensetzung der Luft offenbart, die bei ihrem Eingange und Austritte verschieden ist. Es ist also in dem Inneren eine Umwandlung der von außen gekommenen Stoffe, eine jener Operationen vorgefallen, durch welche wir die Ernährung charakterisirt haben. Auf diese Weise knüpft sich das Athmen auf das Innigste an sie an, und man könnte sie in eine einzige allgemeinere Verrichtung verschmelzen.

§. 296. Die chemische Analyse findet bei allen vegetabilischen Theilen immer nur vier elementarische Körper: den Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff; dies sind gerade diejenigen, von denen wir gesehen haben, daß sie der Pflanze von der Luft geliefert werden, und demnach konnte ihr die Erde nur die nämlichen liefern. Zwar kommen, wie wir schon anfänglich Gelegenheit hatten, verschiedene mineralische Substanzen, welche das Wasser in der Erde auflöst, mit demselben in die Wurzeln, durchziehen auf diese Weise die Gewebe, und einige binden sich in denselben. Ihr Vorkommen ist aber veränderlich, oft zufällig; ihre noch sehr dunkle Rolle scheint oft Null zu sein, obgleich sie in andern Fällen einen mittelbaren, aber nützlichen Einfluß auszuüben scheinen; sie behalten ihre Natur, und oft sogar ihre krystallische Form (§. 229). Man kann endlich auch noch sagen, daß sie mehr in der Pflanze, als von der Pflanze seien. Wir wollen sie jetzt auf einige Zeit bei Seite lassen, um uns mit den wesentlich organischen Stoffen, die aus den von uns genannten Elementen gebildet werden, zu beschäftigen.

§. 297. Ob sie gleich der Zahl nach nur vier sind, so können sie doch zahlreiche Mischungen liefern. Man weiß nämlich, daß sich die elementarischen Körper in verschiedenen Verhältnissen verbinden. Wir wollen die Verbindung eines Körpers A mit einem andern Körper B annehmen: der einzige Körper C, welcher daraus entspringt, kann gleiche Theile von A und von B oder auch 2, 3, 4 Theile u. s. w. von A auf einen von B, oder auch 2, 3, 4 Theile u. s. w. von B auf einen von A, kurz, eine gewisse Anzahl der einen auf eine gewisse Anzahl der andern enthalten, und aus allen diesen Verhältnissen entspringen eben so viele Körper, die ihren Merkmalen und Eigenschaften nach verschieden sind.

* Die Ernährung und die Absonderungen werden hier wegen der Schwierigkeit, sie bei den Pflanzen deutlich zu unterscheiden, in demselben Kapitel abgehandelt. Wenn ein absonderndes Organ ein lokaler Apparat ist, in welchem eine besondere Materie, die von denen, die sich gewöhnlich im Gewebe befinden, verschieden ist, ausgearbeitet und niedergelegt wird, so können man selten solche, welche diese Z. finden, rechtfertigen. Die Drüsen (§. 230, 231) verschließen sich oft mit dem umgebenden Gewebe; die absondernden Wände der Gummi- oder harzhaltigen Gruben unterscheiden sich nicht von demselben, und nur an dem Produkte erkennt man das Organ, das überdies oft auf eine einfache Zelle beschränkt ist. Auch sind für die meisten Schriftsteller fast alle stille Gefäße oder sogar in der Mitte circulirende Stoffe Absonderungen. Wir wollen sie lieber aus einem andern Gesichtspunkte nach dem gemeinschaftlichen Zwecke, zu dem alle beigetragen scheinen, zusammenstellen, da wir nicht einen deiten gen nicht gut zu unterscheiden wissen, welche ausschließend den ablegen den Saft konsumiren.

Man nimmt an, daß diese Verbindung zwischen unendlich kleinen Theilchen des einen und des andern Körpers, flattfinde, über die hinaus keine Theilung mehr möglich ist, und welche man Atome nennt, z. B. zwischen 2 Atomen von A und 3 von B, um ein Atom C zu bilden. Begreiflich können sich aber diese Atome in Beziehung auf einander auf zwei, drei oder mehrere verschiedene Arten gruppiren. Die Atome von C werden sich demnach auch auf zwei oder drei Arten unter sich zusammenstellen und gruppiren, und es können daraus drei Körper C, C', C'' entstehen, die in ihren Kennzeichen und Eigenschaften verschieden sind, obgleich die chemische Analyse keine Verschiedenheit unter ihnen entdeckt und findet, daß alle drei aus 2 Theilen A auf 3 Theile von B bestehen. Dies sind jene verschiedenen Körper, die man, obgleich sie aus den nämlichen Elementen in gleichen Verhältnissen gebildet sind, isomerisch genannt hat. Nach diesen Grundbegriffen, an die wir erinnern, weil es räthlich ist, sie für die nachfolgenden Erörterungen vor Augen zu haben, sieht man nun leicht ein, wie vier Elemente, die sich zu zweien, zu dreien und zu vieren und jedesmal in verschiedenen Verhältnissen zu verbinden im Stande sind, verschiedene Körper geben können, besonders wenn einige von diesen Verbindungen, und zwar jede ihrerseits mehrere isomerische Substanzen bilden.

§. 298. Die unverarbeiteten oder mineralischen Körper können aus einem einzigen, oder aus zwei oder mehreren mit einander verbundenen Elementen bestehen. In diesem Falle sind aber gewöhnlich die Verhältnisse derselben sehr einfach, und werden durch sehr niedrige Zahlen bezeichnet. Als Beispiele wollen wir die anführen, welche uns am meisten interessiren, da sie der Pflanze die Grundstoffe liefern, woraus sie durch die Verbindung mit denselben, ihre organische Stoffe bildet. Das Wasser besteht dem Volumen nach aus 1 Theile Sauerstoff und 2 Theilen Wasserstoff, und da der erstere 16mal schwerer als der zweite ist, so besteht es dem Gewichte nach aus acht Theilen Sauerstoff und einem Theile Wasserstoff; die Kohlensäure besteht dem Volumen nach aus einem Theile Kohlenstoff und zwei Theilen Sauerstoff; dem Gewichte nach aus drei Theilen des ersten und acht Theilen des zweiten; das Ammoniak dem Volumen nach aus einem Theile Stickstoff und drei Theilen Wasserstoff, dem Gewichte nach aus 14 des ersteren und 3 des zweiten.

Die vegetabilischen Substanzen zeigen im Vergleiche mit den unverarbeiteten Stoffen einen höheren Grad der Mischung. Sie entstehen meistens aus der Verbindung von wenigstens drei Elemenien, dem Kohlenstoffe, Wasserstoffe und Sauerstoffe, oder aus vier durch das Hinzukommen des Stickstoffes, und ihre Verhältnisse sind immer verwickelter und werden durch weit höhere Zahlen bezeichnet. Die Zusammensetzung wird mit den animalischen Stoffen noch verwickelter.

Wir werden nicht alle vegetabilische Stoffe untersuchen, sondern uns bloß auf die beschränken, welche bei allen Pflanzen am häufigsten vorkommen, und von den einfacheren zu den zusammengesetzteren übergehen. Wir fangen also mit den vorzüglichsten ternären Verbindungen, d. h. mit denen an, die aus der Verbindung des Kohlenstoffes mit dem Sauerstoffe entspringen.

§. 299. Die erste, welche unter denselben unsere Aufmerksamkeit fesseln muß, ist diejenige, welche das Gerippe der Pflanze, die Wände der Zellen, Fasern und Gefäße bildet. Denn Payen hat nachgewiesen, daß sie überall die nämliche Zusammensetzung habe, daß die scheinbaren Verschiedenheiten, die man etwa an denselben finden könnte, auf Rechnung anderer, veränderlicher Produkte geschrieben werden müssen, die sich auf ihrer Oberfläche niedergeschlagen haben oder sogar in ihre Dicke eingedrungen seien (§. 20) und daß diese Substanz, die man Zellsubstanz nennen kann, nachdem sie von denselben befreit und in ihren ursprünglichen Zustand versetzt worden ist, folgendermaßen zusammengesetzt sei: 24 Atome Kohlenstoff, 20 Wasserstoff, 10 Sauerstoff, was dem Gewichte nach 72 Theile Kohlenstoff, 10 Wasserstoff und 80 Sauerstoff ausmacht. Nun findet man, daß das Saamenöl oder Stärkemehl (§. 19), eine Substanz von der wir schon oft als von einem Stoffe zu sprechen Gelegenheit hatten, der in dem Innern der Zellen in dem Zustande fester und im kalten Wasser unlöslicher Körner so reichlich und so gewöhnlich vorkommt, genau die nämliche chemische Zusammensetzung habe, und man findet eben dieselbe auch noch in einer andern Materie, die gleichfalls häufig vorkommt, die aber im kalten Wasser löslich ist und sich durch das Jod nicht blau oder violett färbt, in einer Materie, die man Dextrin nannte. * Wir haben also hier drei Substanzen, die auf gleiche Weise mit verschiedenen Merkmalen zusammengesetzt und folglich isomerisch sind. Es ist begreiflich, wie sie sich durch eine einfache Gestaltsveränderung jedesmal in einander verwandeln können, wenn etwa die Anordnung ihrer Atome geführt wird, und wie sich ein Stoff in den Geweben der Pflanzen bald zu einem Satze von Körnern gestalten, die durch ihre Festigkeit und Unauflöslichkeit als solche bestehen, bald mit dem Verluste dieser letztern Eigenschaft zu einem Syrupe** werden, den der Saft verdünnt und in alle Theile der Pflanze mit sich nimmt, bald sich entwickeln und in Häute umwandeln kann, welche die Wände neuer Zellen bilden oder die einer schon vorhandenen Zelle füttern.

§. 300. Wir haben auch schon von dem Zucker, als von einer in dem Innern der Pflanze häufig vorkommenden Substanz gesprochen. Man unterscheidet mehrere Arten von Zucker; diejenigen, welche uns hier als die gewöhnlichsten angehen, sind die, welche man nach den Pflanzen, wo sie in sehr großer Menge vorkommen, und schon sehr frühe bekannt waren, Rohrzucker und Traubenzucker genannt hat. Der Rohrzucker ist folgendermaßen zusammengesetzt: 24 Atome Kohlenstoff, 22 Wasserstoff und 11 Sauerstoff. Der Traubenzucker: 24 Atome Kohlenstoff, 28 Wasserstoff und 14 Sauerstoff. Wenn man diese Mischung mit der Zusammensetzung des Zellenstoffs, des Stärkemehls und des Dextrins, die weiter oben angegeben wurde, vergleicht, so sieht man, daß sie sehr wenig von einander differiren, weil man zu dieser nur 2 Atome Wasserstoff und 1 Atom Sauerstoff oder, was das Nämliche ist, 1 Atom Wasser hinzuthun darf, um genau die des Rohrzuckers, und zu diesem letzteren 4 neue Atome Wasserstoff und 2 Atome Sauerstoff oder, was auf das Nämliche herauskommt, 2 Atome

* Wenn man durch eine wässerige Dextrinlösung einen polarisirten Lichtstrahl beobachtet, so sieht man, wie er rechts von der Polarisationsebene eine Abweichung erleidet, die um so stärker ist, je concentrirter die Lösung war. Daher der Name Dextrin. Diese Eigenschaft besitzt sie übrigens auch allein, das Stärkemehl hat sie in dem nämlichen Grade, der Rohrzucker auch, aber in einem weit schwächeren Grade. Der Traubenzucker und das Gummi dingegen verursachen eine Abweichung zur Linken. Biot, dem die Physik diese sinnreiche Entdeckung verdankt, benützte sie zu dem Studium der vegetabilischen Säfte, deren Natur er durch ein einfaches optisches Verfahren bestimmen konnte. Er hat dargethan, daß sie dieselbe nach der Höhe und nach der Zeit, in welchen man sie untersuche, verändern; daß der Saft, welcher bei seinem Steigen in den Holze, die Abweichung zur Rechten veranlasse, sie zur Linken hervorbringen würde, so wie er einmal in der Rinde und in den Blättern verarbeitet worden wäre.

** In diesem Zustande hat man ihn oft mit dem Gummi verwechselt, von dem er das Ausehen und sogar die Zusammensetzung hat. Die ächten Gummi aber, die sich von dem Uebrigen durch mehrere chemische und physische Merkmale unterscheiden, können das Produkt der Verarbeitung der Säfte in der Rinde zu sein, wo sie sich befinden, und sind ganz gewöhnlich, wie die andern Säfte, die man auch daran antrifft (§. 303) mehr oder weniger zusammengesetzte Stoffe.

Wasser hinzuthun muß, um die des Traubenzuckers zu erhalten. Es ist merkwürdig, zu sehen, wie sich der stufenweise Verlust an Wasser, welcher das Steigen des Lebenssaftes anzeigt, sich in den Verbindungen selbst, die er mit sich führt, zu erkennen gibt, da man sieht, wie der Traubenzucker in dem Verhältnisse von dem Rohrzucker ersetzt wird, je weiter oben in der Pflanze man ihn sucht, oder mit andern Worten, je mehr er einen kleinen Theil des Wassers, das zu seiner Zusammensetzung gehört, verliert.

§. 301. Wir wollen jetzt zu zusammengesetzten Substanzen übergehen, die aber, wie die vorhergehenden, gewöhnlich in den Zellgeweben vorkommen; dies sind die quaternären Mischungen, bei welchen sich der Stickstoff mit den drei anderen Elementen verbindet. Sie bilden das Fibrin (den Faserstoff), das Albumin (den Eiweißstoff) und das Caseïn (den Käsestoff), isomerische Körper,* deren eigentliche Mischung wegen der Schwierigkeit sich von ihrem vollkommen reinen Zustande zu überzeugen, den Chemikern noch einige Zweifel verursacht. Man muß auf den eigenthümlichen Parallelismus, den diese quaternären Substanzen mit den ternären, dem Zellenstoffe, Stärkemehle und Dextrin zeigen, aufmerksam machen. Der Faserstoff ist unlöslich, wie der Zellenstoff, der Eiweißstoff gerinnt in der Wärme, wie das Stärkemehl, der Käsestoff ist löslich, wie das Dextrin. Diese stickstoffhaltigen Substanzen befinden sich also in den nämlichen Bedingungen wie die andere, am nach den Bedürfnissen der Pflanze beweglich oder fest zu werden.

§. 302. Welche Kraft verwandelt aber in der Pflanze diese Substanzen durch Modifizirung ihres entweder atomistischen Zustandes oder ihrer anfänglichen Mischung durch das Hinzuthun einiger Theile Wassers in einander? Man kann zwar wohl in den chemischen Laboratorien auf eine künstliche Weise einige von diesen Reaktionen hervorbringen; am gewöhnlichsten geschieht dies aber mit Hülfe von Agentien, die wir in dem organischen Körper nicht antreffen, welcher übrigens ihre zu rasche und zu kräftige Wirkung nicht ertragen würde. Die meisten unter diesen Erscheinungen scheinen durch jene langsamen und über eine große Fläche verbreiteten Kräfte hervorgebracht zu werden, welche an einem isolirten Punkte äußerst schwer nachgewiesen werden können, die aber, wenn sie auf eine große Menge derselben zu gleicher Zeit wirken, als Resultat aller dieser kleinen Lokalwirkungen, eine allgemeine Wirkung hervorbringen, durch welche man ihr Dasein erkennt, ohne ihre Natur genau angeben zu können. Indessen gelingt es der Chemie noch, Licht über einige dieser Probleme zu verbreiten. Wir wollen in Beziehung auf eines der interessantesten, nämlich auf die Verwandlung des Stärkemehls in Dextrin, durch welche es im Kalten auflöslich und auf diese Weise seine Fortführung durch die Gewebe möglich gemacht wird, ein Beispiel davon geben. Payen und Persoz haben gefunden, daß in dem Stärkemehle, das in gewissen Getreidesamen, ferner gegen den Einfügungspunkt des Erdapfels hin, und sogar unter den Knospen gewisser Bäume angehäuft ist, in dem Augenblicke, wo das Korn zu keimen, das Knötchen oder die Knospe zu treiben anfängt, ein Theil des Stärkemehls verschwinde, um einer neuen Substanz, die sie Diastase nannten und welche die besondere Eigenschaft hat, die Samen von dem Stärkemehle zu trennen, und sie in Dextrin zu verwandeln, Platz zu machen, und wenn sich die Wirksamkeit in die Länge zieht, so verwandelt sich die Diastase selbst in Zucker. * Diese Thätigkeit findet sogar im Kalten Statt, da selbst bei der Temperatur des schmelzenden Eises 12 Theile Diastase in 24 Stunden mit 100 Theilen Stärkemehl 11 Theile Zucker erzeugen; bei 20 Graden bringen sie 77 hervor. Man sieht, daß die Wärme diese Thätigkeit begünstigt, und die Wirkung nimmt bis zu einer Temperatur von 70 bis 80 Graden zu, wo die Diastase das 3000fache ihres Gewichts an Stärkemehl auflöst. Sie ist ein mächtiges Agens, das die Wissenschaft von der Natur zu Verfertigung des gummihaltigen Dextrinsyrups und des Stärkemehlzuckers, welche jetzt so allgemein gebraucht werden, entlehnt hat.

§. 303. Wir haben uns einige Zeit bei der chemischen Zusammensetzung der Substanzen verweilt, die in der Pflanze am meisten verbreitet sind und den andern zur Grundfläche zu dienen scheinen. Es war nützlich, sie zu kennen, um uns einen Begriff von dem Verfahren zu machen, das die Natur anwendet, um diese Reihe von Verwandlungen zu bewerkstelligen, aus welchen die Organisation hervorgeht, und in welchen wir einfache chemische Verbindungen von Elementen gesehen haben, deren Ursprung wir kennen und die unter dem Einflusse von bald bestimmbaren, bald noch unbekannten Ursachen bewirkt wurden. Jetzt wollen wir uns darauf beschränken, mit einem flüchtigen Blicke die andern so zahlreichen und so mannigfaltigen Substanzen, die durch einen höheren Grad der Verarbeitung sich auf Kosten der bereits Untersuchten bilden, zu durchgehen, und alle in eine kleine Zahl allgemeiner Kategorien zusammenzufassen.

Die neuen Substanzen haben die Verhältnisse der ersteren durch Verringerung derselben um eines oder zwei ihrer Elemente oder Vermehrung derselben modifizirt: woraus in beiden Fällen hervorgeht, daß sie vergleichungsweise reicher an Kohlenstoff, oder an Wasserstoff, oder an Stickstoff, oder an Sauerstoff sind. Der Holzstoff kann uns hier zu einem Beispiele dienen; wir wissen, daß es derjenige Stoff ist, der in dem Holze die Haut der Zellen incrustirt und aus diesem Grunde lange für den Zellenstoff gehalten worden war. Bei Vergleichung ihrer Zusammensetzung sieht man, daß der Holzstoff mehr Kohlenstoff und etwas mehr Wasserstoff enthält, während die Menge Sauerstoff die nämliche bleibt; aus diesem doppelten Grunde muß er auch durch die Erfahrung bestätigt, indem die zum Verbrennen vorzüglichsten Holzarten gerade diejenigen sind, bei denen die Menge des Holzstoffes in Beziehung auf den Zellenstoff stärker ist. Dieses Verhältniß ist übrigens sehr verschieden und trägt auf diese Weise zu der außerordentlichen Mannigfaltigkeit der Holzarten bei, wenn übrigens die Zusammensetzung des Holzstoffes selbst nicht unveränderlich ist. So hat man gefunden, daß das Buchenholz fast gleiche Theile Zellenstoff und incrustirenden Stoff enthalte, während dieser nur $^2/_3$ in dem Eichenholze und $^3/_{10}$ in dem Ebenholze ausmacht.

Die offenbarste Wirkung der Respiration besteht darin, in der Pflanze eine Zusatzmenge von Kohlenstoff zu binden und ihr Sauerstoff zu entziehen; diese Entziehung von Sauerstoff, welche zum Theile aus der Zersetzung des Wassers, das zu der Verbindung

* Nach den neuesten Forschungen, welche gegenwärtig Dumas und Cahours herausgeben, würden sich die so eben angegebenen Resultate zwar nur sehr wenig von der Wahrheit entfernen, wenn der Faserstoff von den beiden andern Körpern durch eine kleine Menge mehr Stickstoff und weniger Kohlenstoff differiren würde. Ihre Zusammensetzung ist dem Gewichte nach folgende:

Faserstoff.	Kohlenstoff 52,7 —	Wasserstoff 6,9 —	
	Stickstoff 16,6 —	Sauerstoff 23,8	
Eiweiß u. Käsestoff.	Kohlenstoff 53,5 —	Wasserstoff 7,0 —	
	Stickstoff 15,7 —	Sauerstoff 23,8.	

Eine vierte Substanz, die man aus dem Samen der Cerealien gewinnt, der Kleberstoff, Gluten, ist mit den beiden vorhergehenden verwirrt.

* Der Stärkemehlzucker ist so, wie wir gesagt haben, dem Traubenzucker ähnlich, der jetzt unter dem ersten Namen bekannter ist.

der Säfte des Lebenssaftes kam, herrühren kann, kann also auch in den neuen Stoffen, die auf ihre Kosten gebildet wurden, eine größere Menge von Wasserstoff bewirken. Wir finden auch wirklich, daß alle Stoffe, die unter der Einwirkung des Sonnenlichtes in der Rinde gebildet wurden, mit diesem hervorstechenden Charakter versehen sind — vermehrte Menge des Wasserstoffes und besonders des Kohlenstoffes; dies zeigen uns auch wirklich das Chlorophyll und der Later, so wie die Harze, die wesentlichen Oele, das Wachs.*

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß alle diese Produkte durch die Einwirkung des Sonnenlichtes entstehen, denn ohne dasselbe sieht man sie nach und nach abnehmen und verschwinden. Wir haben schon von dem Vergeilen gesprochen, das die Pflanze nach einem längeren Aufenthalte in der Dunkelheit zeigt und das eine nachtheilige Veränderung des Chlorophylls und Bedingungen voraus setzt, die im Stande sind, seine Entwicklung zu verhindern. Es zeigt sich nun eine ähnliche Wirkung aus derselben Ursache an den eigentlichen Säften, den Harzen und den wesentlichen Oelen, und unter den Beweisen für diese Behauptung darf man nur das bekannte Verfahren der Gärtner bei dem Anbau gewisser Küchenpflanzen anführen, welche bei ihrer Entwicklung in freier Luft, Säfte von einem zu starken Geruche, von einem zu scharfen Geschmacke hätten, und deren Gebrauch sogar sehr gefährlich sein könnte, wie z. B. bei mehreren Doldengewächsen. Sie bedecken den unteren Theil der Pflanze, die gebraucht werden soll, mit Erde; dies nennen sie bleichen, weil er seine grüne Farbe verliert. Er verliert aber auch zu gleicher Zeit die zu starken Eigenschaften seiner Säfte, denen man auf diese Weise den Grad gibt, bei welchem sie angenehm und unschädlich werden können.

§. 304. Ueber die Respiration eine Wirkung auf die zusammengesetzten Körper in Beziehung auf den Stickstoffgehalt aus? Wir wissen, daß die Luft bisweilen Stickstoff liefern kann, aber in kleiner Menge und auf keine constante Weise. Auf der andern Seite behauptet Saussure, daß sich dasselbe ein wenig davon mit dem Sauerstoffe entwickle. Es findet sich wirklich eine bedeutende Menge desselben in den Säften der Rinde vor, entweder weil die stickstoffhaltigen Verbindungen, in denen sich die Säfte befanden, eine Umwandlung erlitten, oder weil sie sich bloß concentrirten. Der aus der Pflanze in hinreichender Menge gewonnene, und sich selbst überlassene Later verhält sich wie die Milch und das Blut, er zerlegt sich nämlich in zwei Theile, einen, der flüssig und durchsichtig, und einen anderen, der geronnen und undurchsichtig ist; bei einigen Pflanzen kann man sogar sagen, daß er beinahe in thierischen Stoff verwandelt sei. Es ist die einzige vegetabilische Flüssigkeit, an welcher man diese Eigenschaft bemerkt.

* Wir führen hier nicht die festen Oele an, weil sie gewöhnlich in der Frucht und in dem Kerne des Samens im Innern der Zellen, worin sie sich bilden, in Tröpfchen zerstreut vorkommen. „Diese Oele begreifen Oele, die im Wasser unlöslich, bei der gewöhnlichen Temperatur flüssig und nicht flüchtig sind, sich ohne Zersetzung zu verflüchtigen. Die Wachse unterscheiden sich von den vorhergehenden nur dadurch, daß sie bei der gewöhnlichen Temperatur fest sind. Die flüchtigen oder wesentlichen Oele, welche den fetten Oelen gleichen, unterscheiden sich von denselben durch einen mehr oder minder starken Geruch, leichte Löslichkeit im Wasser und durch die Eigenschaft, sich ohne Zersetzung zu verflüchtigen. Die Harze enthalten trockene Körper, die mehr oder weniger zerbrechlich, im Alkohol sehr löslich und durch das Einwirken der Wärme mehr oder weniger veränderlich sind." Diese Erklärungen, die wir Chevreul entlehnen, sind es allein, durch die wir hier diese Körper unterscheiden können. Wie sie die Natur aus einander zeigt, sind sie immer mehr oder weniger zusammengesetzte Stoffe, eine Zusammensetzung, die sich nothwendig der Möglichkeit widersetzt, ihre chemischen Kräfte auf eine Weise zu bestimmen, die zugleich allgemein und genau ist. Ihre umständliche Untersuchung würde uns weit über die uns gesteckten Grenzen hinausführen.

§. 305. In den Zellen der Rinde bilden sich noch jene quaternären Verbindungen, die man jetzt mit dem Namen Alkaloide bezeichnet, weil sie die Eigenschaft besitzen, sich nach Art der Alkalien mit den Säuren zu verbinden. So und bloß mit einer kleinen Anzahl von Pflanzensäuren verbunden, trifft man sie im lebendigen Zustande an. Die neueren Untersuchungen haben die Zahl dieser Substanzen, die man gewöhnlich durch die Endsylbe in bezeichnet, wie z. B. Chinin, Morphin, Strychnin u. s. w., außerordentlich vervielfältigt. Natürlicher Weise richteten sich diese Untersuchungen auf die Pflanzen, die durch ihre Eigenschaften sehr merkwürdig waren; jede lieferte ihre Alkaloide, und mehr als eine Pflanze lieferte für sich allein mehrere und verschiedenartige Alkaloide. Diese aus einer und derselben Pflanze gewonnene Alkaloide scheinen eine Art von Verwandtschaft unter sich zu haben, welche durch ein bekanntes Beispiel leicht begreiflich gemacht werden kann. Die Chinarinde liefert für ihren Theil drei, das Cinchonin, das Chinin und das Cusconin; alle drei haben in ihrer Zusammensetzung 20 Atome Kohlenstoff, 24 Wasserstoff und 2 Stickstoff; das Cinchonin hat überdies ein Atom Sauerstoff, das Chinin zwei und das Cusconin drei, so daß die drei ersten Elemente sich hier zu vereinigen scheinen, um die Rolle eines einfachen Körpers zu spielen, der in drei verschiedenen Graden oxydirt, die drei bekannten Alkaloide liefert. In diesen Substanzen scheinen die kräftigsten Eigenschaften der Pflanzen zu liegen, und die kleine Anzahl von Beispielen, auf welche wir uns beschränken mußten, hat uns zugleich an sehr wirksame und sehr berühmte Arzneien oder Gifte erinnert.

§. 306. Wir haben so eben die hauptsächlichsten Substanzen aufgezählt, die sich durch Entziehung eines Theiles Sauerstoff bilden. Findet das Gegentheil Statt, und nimmt die Menge Sauerstoff zu, so bekommt man Säuren. Die Pflanzensäuren, deren Zahl die neuere Chemie auch sehr vermehrt hat, finden sich sehr selten frei in den lebenden Geweben, sondern gewöhnlich entweder mit den Alkalioden oder mit unorganischen, durch den Lebenssaft hervorgebrachten alkalinischen Stoffen verbunden. Eine der verbreitetsten ist die Oxalsäure (Sauerkleesäure), die durch ihre binäre Zusammensetzung merkwürdig ist, und dadurch sehr viele Aehnlichkeit mit der Kohlensäure hat, indem sie sich nur durch eine geringere Menge von Sauerstoff unterscheidet, von dem sie 3 Theile auf 2 Theile Kohlenstoff enthält. Viele sind ternäre Verbindungen, wie die Essig-, Citron-, Pectin-, Aepfel-, Weinsteinsäuren u. s. w. Sehr wenige sind quaternäre Zusammensetzungen mit einer sehr starken Menge Stickstoff, wie z. B. die Spargelsäure u. s. w. Was die Blausäure anbetrifft, die man ehemals unter dem Namen der preußischen Säure kannte, so enthält sie, weit entfernt unter die überoxydirten Substanzen gezählt werden zu dürfen, durchaus keinen Sauerstoff, wohl aber eine außerordentliche Menge Stickstoff, und zwar etwas mehr als die Hälfte ihres Gewichts. Dieser mit Kohlenstoff verbundene Stickstoff, bildet eine Base, das Cyanogen, die sich selbst mit 3 Theilen Wasserstoff verbindet, um auf diese Weise die Wasserstoffsäure zu bilden, die man in dem Mandelbaume und in mehreren Bäumen aus derselben Familie antrifft.

§. 307. Die Erzeugung ächter Säuren, solcher, die aus einer Mengevermehrung des Sauerstoffs entstehen, muß durch die nächtliche Respiration begünstigt werden, durch welche dieses Element in Menge in die Pflanze eindringt. Auch findet man in den Theilen, welche der Einwirkung des Sonnenlichtes entzogen, oder anders als grün gefärbt sind, in Theilen, wo dies beständig stattfindet, wie zum Bei-

spiele bei den Wurzeln und dem Obste, die größte Zahl und die größte Menge von Säuren. Wir wollen hiebei bemerken, daß dies die nämlichen Theile sind, aus denen man mehr oder weniger bedeutende Anhäufungen von Stärkemehl und Zucker werden sieht, das heißt, solche Stoffe, die eine Verbindung von fast gleichen Theilen Wasser und Kohlenstoff enthalten, und sich unter dem Einflusse des Lichtes durch Aufnahme einer größeren Menge Wasserstoff und vorzüglich Kohlenstoff modifiziren. Es war nothwendig, daß sie da, wo sie sich anhäufen sollten, wenn sie einmal gebildet sind, sich nicht modifiziren, oder daß sie, einmal modifizirt, durch Entziehung des überschüssigen Kohlenstoffs, der durch die Respiration bei Tage in den grünen Theilen gebunden wurde, auf ihre ursprüngliche Zusammensetzung zurückgeführt werden. Diese Wirkung muß nun die andere Periode, oder die andere Respirationsweise hervorbringen, und dadurch erklärt sich vielleicht das Bedürfniß nach Sauerstoff, das die unterirdischen Theile zu erkennen geben, und der günstige Einfluß, welchen die Nacht auf die Vegetation durch Wiederherstellung des Gleichgewichts nach der energischen Wirkung des Tages haben mag.

§. 308. Uebrigens ist dieses Einsaugen des Sauerstoffgases durch die vegetabilischen Theile keine Erscheinung, die bloß dem Leben eigenthümlich ist. Wenn nach dem Tode diese Theile mit Sauerstoff und Wasser in Verbindung gebracht werden, so verschwindet der erstere durch seine Verbindung mit dem Kohlenstoffe der vegetabilischen Materie und es bildet sich Kohlensäure. Während dieses sehr langsamen Verbrennens ändert diese Materie ihre Gestalt und Farbe und geht nach und nach in den Zustand eines schwärzlichen Staubes über, der unter dem Namen Düngererde oder Dammerde bekannt ist und in welchem man die Elemente wieder findet, welche in dem Leben darin vorkamen, aber ihre Verhältnisse sind geändert. Indessen ist noch ein Theil Kohlenstoff mit den Elementen des Wassers verbunden und bildet eine Mischung, welche der des Stärkemehls sehr ähnlich ist, sich aber von derselben durch die geringere Menge Wasser unterscheidet (6 anstatt 10 Theile auf 24 Theile Kohlenstoff). Diese Substanz, die man Ulmin nennt, ist in dem Wasser nicht löslich, sie wird es aber, wenn sie sich mit den Alkalien verbindet, die gewöhnlich unter die Dammerde gemengt sind, deren Bildung durch ihre Gegenwart beschleunigt wird. Die meisten Physiologen schreiben dem Ulmin eine sehr wichtige Rolle in Beziehung auf die Vegetation zu; denn ist es einmal, z. B. mit dem Kalke, verbunden, so löst es sich in dem Wasser auf; die in der Dammerde angewurzelte Pflanze saugt es ein; einmal eingesogen, hat es nur einige Theile Wasser mehr zu binden, um die Zusammensetzung des Stärkemehls zu bilden, und wird auf diese Weise zu einer reichen Quelle eines organischen Stoffes. Jnnessen hat Liebig vor kurzer Zeit einige Zweifel über diesen Punkt ausgesprochen: er macht den Einwurf, daß das Ulmin zu seiner Auflösung das 250fache seines Gewichts an Wasser verlange, daß demnach alles Wasser, das von einer Pflanze eingesogen wird, im äußersten Falle nur eine sehr geringe Menge davon enthalten könne, daß dieses Wasser die alkalinische Substanz, mit welcher es verbunden ist, mit sich führen und sodann nach seiner Zersetzung in den Geweben zurücklassen müßte und daß doch die Summe dieser Substanzen, die man in der Asche der Pflanzen nachweisen kann, auch nur eine ganz unbedeutende Quantität Ulmin voraussetze. Er schließt daraus, daß der größere Theil des in dem Lebenssafte enthaltenen Kohlenstoffs nicht von dieser Quelle herrühre, wohl aber von der Kohlensäure, die sich während der Zersetzung der vegetabilischen Ueberreste bildete, die in dem Wasser in der Erde aufgelöst und mit demselben von den Wurzeln eingesogen wurde. Welche Erklärung man nun annehmen mag, so ist die Erde für die Pflanze eine reiche Quelle von Kohlenstoff und um so fruchtbarer, je mehr sie denselben in einem Zustande enthält, der seine Auflösung durch das Wasser begünstigt.

§. 309. Wir haben indessen gesehen, daß die Pflanze, welche eine große Menge Kohlenstoff aus der Luft nimmt, strenge genommen, den aus dem Boden entbehren könnte, und daß ein Samenkorn, das auf reines Wasser als einzige Nahrung beschränkt ist, sich zu einer ziemlich vollkommenen Pflanze entwickeln könne. Demungeachtet bleibt doch diese Entwicklung bald stehen und es bilden sich keine neuen Gewebe. Unter den nothwendigen Ursachen die es übrigens ganz begreiflichen Stillstands dringt sich gleich zuerst eine Betrachtung auf, die wir schon mehrere Male anzuführen die Gelegenheit hatten. Alle Gewebe zeichnen sich nämlich im werdenden Zustande durch den Ueberfluß der in ihnen enthaltenen stickstoffhaltigen Stoffe aus und man kann demnach denselben als eine von den Bedingungen ihrer ersten Entwicklung ansehen. Nun muß der ganze Stickstoff des Samens, in welchem seine Gegenwart übrigens constant ist, durch das Wachsthum der Pflanze, trotz dem ergänzenden Vorrath, den sie bisweilen aus der Luft zieht, bald erschöpft werden. Von der Erde muß sie also den Beitrag an Stickstoff verlangen, der ju ihrem ferneren Wachsthume erforderlich ist.

§. 310. Was das Wasser in der Erde davon enthalten kann, sei es nun durch die Auflösung einiger erdigen Salze, zu deren Zusammensetzung Stickstoff kommt, sei es durch die Mischung ammoniakalischer Dämpfe, welche demselben das Regenwasser zuführt, wäre bei weitem nicht hinreichend, würden nicht auf der Oberfläche der Erde die Ueberreste der Pflanzen und der Thiere und besonders dieser letztern, die an stickstoffhaltigen Materien so reich sind, einen Vorrath davon anhaufen. Daher der Nutzen des Düngers da, wo der Mensch gewisse Pflanzen in Menge auf einem begrenzten Raume hervorbringen will, Pflanzen, welche in den meisten Fällen zu der Nahrung der Thiere bestimmt sind und selbst in ihren Geweben viele von diesen Grundstoffen binden müssen; daher seine Nothwendigkeit in dem Falle, wo diese Pflanzen, z. B. die Cerealien, den Stickstoff nicht unmittelbar von der Atmosphäre entlehnen. Als Ammoniak vermischt er sich zuerst mit dem Lebenssafte.

§. 311. Unter den Stoffen, welche die Erde liefert, haben wir noch die zum Mineralreiche gehörigen Stoffe und ihren Einfluß auf die Vegetation zu untersuchen. Dieser Einfluß kann sich auf zweierlei Art zeigen; einmal wird er von denen ausgeübt, die, da sie sich nicht im Wasser auflosen konnen, sich mit vegetabilischen und animalischen Ueberresten vermengen, woraus die sogenannte Pflanzenerde besteht, und sich um die Wurzeln herum lagern, ein andermal von denen, welche sich auflösen, in die Pflanze dringen und sich mit dem Lebenssafte vermischen.

§. 312. Man wird, ohne sich in große Erörterungen einlassen zu müssen, leicht einsehen, wie mächtig der erstere ist, und wie verschieden er nach der ursprünglichen Beschaffenheit des Bodens sein müsse. Der Thon, welcher das Wasser auffalt, der Sand, welcher es ganz durchläßt, sind die zwei einander entgegengesetzten Extreme, in welchen ganz verschiedene Pflanzen wachsen können, und wenn wir uns an das unendbehrliche Bedürfniß erinnern, das die meisten Pflanzen ju gleicher Zeit fühlen, sowohl Wasser im Jnnern, als auch Zutritt der Luft für ihre Wurzeln ju haben, so sieht man, daß eine passende Mischung der Theile von verschiedener Natur, die eine hinreichende Menge Wasser zurückhält und die Luft frei circuliren läßt, die vortheilhaftesten Bedingungen für die Vegetation gewähre. Die minerali-

schen Stoffe, welche geeignet sind, die Kohlensäure und das Ammoniak zu binden, können auf diese Weise um die Pflanze herum einen Theil davon anhalten, der sich sonst verflüchtigen würde und ihn wie in einem Magazine aufbewahren, der sodann zu der Menge, welche unmittelbar von der Luft geliefert wird, auch noch zu der hinzukommt, welche das Wasser schon aufgelöst enthalten konnte. Einer ähnlichen Ursache schreibt Liebig den glücklichen Einfluß des Gypses und der eisenhaltigen Salze zu, weil der Gyps, sowie die Eisen- und Alaunerde das Ammoniak anziehen, und mit demselben eine feste Mischung bilden, aus welcher dasselbe nach und nach bei jedem fallenden Regen geschieden wird, um mit dem Wasser fortzugehen, welches die nahestehenden Pflanzen einsaugen.

§. 313. Was uns aber hier mehr angeht, ist die Kenntniß der mineralischen Stoffe, welche, selbst löslich, in die Pflanze dringen und sich mit derselben verkörpern. Einmal in dieselbe gebracht, können sie entweder ihren flüssigen Zustand behalten oder fest werden, was entweder durch die Verdunstung des Wassers, in welchem sie aufgelöst waren, oder auch dadurch geschieht, daß sie sich, wenn sie auf ihrem Wege Säuren antreffen, mit denselben zu einem unlöslichen Salze verbinden, welches alsdann aber fest an dem Platze bleibt, wo es sich gebildet hat. Wir haben schon (§. 20—22) die Formen angegeben, welche diese mineralischen Körper, die in den Pflanzengeweben verbreitet sind, gewöhnlich annehmen, und die Stellen angezeigt, wo man sie am meisten findet. Die Menge der mineralischen Substanzen steht gewöhnlich mit der Thätigkeit der Vegetation im Verhältnisse, weil diese den Zugang von einer größeren Menge Wassers, und demnach von mineralischen Stoffen, die in demselben aufgelöst sind, bewirkt. Die Menge derer, welche auflöslich bleiben, kann zu verschiedenen Zeiten verschieden sein, die der unauflöslichen hingegen kann sich nur mit dem Alter vergrößern.

Diese Menge läßt sich leicht vermittelst des Verbrennens berechnen. Das Feuer zerstört ohne Ausnahme alle vegetabilischen Stoffe, und dies ist auch noch eines ihrer Merkmale. Es zerstört aber nicht die mineralischen Stoffe, welche die Pflanze enthielt, und deren Rückstand die Asche bildet. Wenn man einen Pflanzenkörper und sodann die Asche abwägt, die von seiner Verbrennung herrührt, so erhält man das gesuchte Verhältniß.

§. 314. Die mineralischen Substanzen, die man gewöhnlich in der Pflanze findet, sind Pottasche und Soda, Kalk, Magnesia, Kiesel und selten Thonerde, bisweilen ein wenig Eisen und Braunstein. Diese Körper können sich schon im Zustande der Salze befinden, indem sie mit gewissen mineralischen Säuren, der Schwefelsäure, Phosphorsäure u. s. w., verbunden sind, wodurch das Vorkommen des Schwefels und des Phosphors in einigen Fällen erklärt wird. Mit der Kohlensäure kann die Verbindung außerhalb oder innerhalb der Pflanze stattfinden. Die Salze, die sich innerhalb durch die Verbindung mit den Pflanzensäuren bilden, und daher den Namen der vegetabilisch-mineralischen Substanzen erhalten, entspringen gewöhnlich aus der Verbindung des Kalks oder der Pottasche mit den Oxal-, Aepfel-, Citronsäuren u. s. w.

§. 315. Es ist klar, daß die Natur dieser Mischungen immer in wechselseitiger Beziehung zu der des Bodens steht, in welchem die Pflanze wächst. Die eine kann nur das aufnehmen, was der andere ihr geben kann. Nimmt sie es aber ohne Unterschied an? Mit andern Worten: enthält die Pflanze, weil der und der Boden die und die mineralischen Substanzen enthält, dieselbe, weil sie in einem solchen Boden wächst, oder wächst sie aus diesem Grunde auf diesem Boden? Für gewisse Pflanzen kann die Antwort nicht zweifelhaft sein. So enthalten die meisten Pflanzen, welche an dem Ufer des Meeres wachsen, Chlornatrium oder Seesalz, und sie wachsen nirgends anders, außer in der Nähe von Salzlagern, die sogar weit im Innern des Landes liegen, wo sie aber eben dieses Salz antreffen. Es ist ihnen also unentbehrlich; sie nehmen es nicht auf, weil sie es finden, sondern sie befinden sich da, weil sie es da in sich aufnehmen können. Gewisse, sehr natürliche, d. h. in allen Hauptpunkten ihrer Organisation ähnliche Pflanzenfamilien zeigen in ihren Geweben die nämlichen mineralischen Substanzen, und man darf daraus schließen, daß das Dasein derselben mit dieser Organisation in Verbindung stehe. Die Familie der Grasarten liefert ein doppeltes Beispiel hievon; ihre vollkommenen Früchte enthalten (in den Cerealien) in großer Menge phosphorsaure Magnesia und Ammoniak, ihre Halme fast ohne Ausnahme Kieselerde, welche ihre Epidermis und ihre Knoten bekrustet (§. 20). Diese Kieselerde ist es nun, welche dem Stroh die Fähigkeit, sich lange zu erhalten ohne zu verfaulen, die Steifheit, die Härte verleiht, so daß es oft die Sichel schartig macht, und daß die Oberfläche großer Stengel, wie der des Rotangs, am Stahle Feuer gibt.

Indessen ereignet es sich oft, daß eine und dieselbe Pflanze, die in verschiedenen Boden wächst, nicht die nämlichen Salze enthält. Dies rührt nach Liebig daher, daß gewisse Basen einander vertreten können, und dies sind die, welche im Stande sind, mit den nämlichen Pflanzensäuren in Verbindung zu treten. Er meint sogar, daß die Verhältnisse dieser Säuren in der Pflanze, in welche sie als organische Substanzen kommen, einer gewissen Unveränderlichkeit unterworfen seien, und daß demnach die Basen, die sich mit ihnen verbanden, ob sie gleich nach den verschiedenen Boden verschieden sind, doch beinahe äquivalent sind.

§. 316. Es ist demnach anzunehmen, daß alle diese, obgleich unorganische Substanzen, eine wichtige Rolle in der Organisation spielen, daß ihre Quantität und Qualität in einem gewissen Verhältnisse zu den Bedürfnissen der Pflanze stehen, das bei einer gegebenen Pflanze oder bei einer gewissen Klasse von Pflanzen constant ist. Die mineralischen Körper hätten demnach einen gedoppelten Einfluß auf das Leben der Pflanzen: einen allgemeinen, indem sie um dieselben herum einen größeren Vorrath ihrer wesentlich ernährenden Grundstoffe binden; einen besondern, indem sie in dieselben eindringen und ihnen Materialien mittheilen, die sich mit den organischen Stoffen vermengen, ohne sich mit denselben assimiliren zu können, sie durch ihr Dasein aufreizen oder festmachen, oder theilweise neutralisiren, die trotz der Unkunde, in der wir uns gewöhnlich über ihre Wirkungsweise befinden, für die Lebensthätigkeit, deren sie selbst beraubt sind, unentbehrlich zu sein scheinen, und welche endlich für die verschiedenen Pflanzen nicht immer dieselben sind. Die Landwirthschaft mischt unter die Erde als Verbesserungen verschiedene unorganische Substanzen (Gyps, Mergel, Asche u. s. w.), mit welchen sie nach der Beschaffenheit des Bodens und nach der Natur des Produkts, das sie begünstigen will, abwechselt.

§. 317. **Ausfonderungen.** — Der organische Körper hat in seinem Inneren Stoffe aufgenommen, die von außen kamen; er hat alles, was zu seiner Nahrung verwandt werden konnte, daraus gezogen, bei Seite gelegt und **abgesondert**. Es kann nun ein gewisser, zu dieser Bestimmung untauglicher Theil zurückbleiben und der Körper sucht sich desselben zu entledigen, ihn nach außen zu schaffen, ihn nach dem gewöhnlichen wissenschaftlichen Ausdrucke **auszuscheiden**. Diese zum Auswurfe bestimmten Stoffe können die Zusammensetzung behalten haben, die sie beim Eintritte in den Körper hatten, oder sie können

sie auch in Folge der im Innern desselben vorgefallenen Verbindungen verändert haben.

Bei den Thieren, jedoch mit Ausnahme derjenigen, welche ihre minder vollkommene Organisation auf die niedrigste Stufe stellt, führet das zum Auswurfe Bestimmte besondere Wege, die dazu da sind, um es nach außen schaffen zu können, gewöhnlich sind es Kanäle, die ausschließend dazu bestimmt sind und ausführend genannt werden; sie können also in den meisten Fällen leichter untersucht werden. So verhält es sich aber nicht bei den Pflanzen. Zwar wurden kleine, ausführende Kanäle von Ad. Brongniart in den Drüsen bemerkt, die sich auf dem Boden der Blüten von gewissen Lilienarten befinden. Man kann aber sagen, daß diese Kanäle in der Regel septen, und daß die Stoffe, welche ausgeworfen werden müssen, keine andere offene Wege finden, als die natürlichen, welche zum Durchgange für die Nahrungsstoffe dienen. Wenn sie nicht durch oberflächliche und unmittelbar nach außen offene Drüsen entweichen, so müssen sie entweder durch die Wände der Epidermis oder durch die Spaltöffnungen oder andere natürliche Unterbrechungen der Streifheit, die sich an der Oberfläche der Pflanze befinden können, entweichen.

§. 318. Man muß drei Klassen von Stoffen unterscheiden, die auf diese Oberfläche geworfen und mit Unrecht unter dem Namen Ausscheidungen mit diesen verwechselt werden.

Erstens: Diejenigen, welche über die Flächen verbreitet, erhalten werden, um diese zu beschützen, und demnach vorsahren, dem Leben Dienste zu leisten. Im Allgemeinen sind es harzige Stoffe oder Wachs, die von dem Wasser nicht durchdrungen werden können und demnach vermittelst dieser Art von Firniß auf der einen Seite den Einfluß der äußeren Feuchtigkeit auf die Gewebe verhindern, und auf der andern Seite die Ausdünstung mäßigen können. Die erste Bestimmung sieht man z. B. an den Schuppen der Knospen vieler unserer Bäume, die durch diese mehr oder minder dichte Schichte gegen die kalte und feuchte Atmosphäre des Winters geschützt sind: die der Pappelbäume und der Roßkastanien zeigen dieses harzige Ausschwitzen in seinem auffallendsten Grade. Die zweite Bestimmung muß bei den meisten Pflanzen für den Sommer angenommen werden, besonders wenn sie in dürrem und sandigem Boden wachsen, wo sie oft an Wasser Mangel leiden und ihnen darum zu thun sein muß, aus ihrem Gewebe so wenig als möglich durch die Ausdünstung davon entweichen zu lassen. In mehreren Theilen Chile's sowie der peruanischen Anden, wo der Boden und die Luft lange Zeit trocken sind, liefert eine große Menge Sträuchen dieses gemeinschaftliche Merkmal harziger Ausschwitzungen an ihrer Oberfläche. Eine Menge drüsiger Haare oder kleiner Drüsen auf den Oberflächen, die gleichsam damit überzogen sind, kommt häufig vor. Die Silene viscaria und nutans, die Lychnis viscaria, vorzüglich der wilde Diptam, sind Beispiele davon, welche man sehr leicht und häufig antrifft.

Die wachsartigen Stoffe haben einen ähnlichen Charakter und gleichen Nutzen. Sie bilden jenen weißlichen Staub, der viele Blätter, z. B. die des Kohls und einige Früchte, wie die Pflaume, die Traube, überzieht, auf deren Oberfläche sie das hervorbringen, was man ihren Reif nennt. Wenn man eines von diesen Blättern ins Wasser taucht, so bemerkt man, daß es nicht naß wird, und auf der andern Seite zeigt sich bei einer großen Menge, an der untern Fläche, dem gewöhnlich thätigen Sitze der Ausdünstung, entweder ausschließlich oder in größerer Menge der wächserne Ueberzug, und man kann daraus schließen, daß er dazu bestimmt ist, jene zu mäßigen und die Flüssigkeiten im Inneren zurückzuhalten, was bei dem Afte augenscheinlich ist, wo sich auf diese Weise ein flüssigerer und reichlicherer Saft anhäuft. Man findet kein eigenes, absonderndes Organ des Wachses, das sich in den äußersten Zellen bildet und von da nach außen ausschwitzt. Die Stämme einiger Palmbäume, besonders des Ceroxylon andicola, sind mit einer dicken Schichte von dieser Substanz bedeckt, die wahrscheinlich aus der Grundfläche der Blätter geflossen ist.

Die schleimige Schichte, welche die meisten Pflanzen, die unter dem Meerwasser so wie unter süßem Wasser leben, überzieht, hat fast unbezweifelt die Bestimmung, die von ihr übergossenen Gewebe gegen die Einwirkung der sie umgebenden Flüssigkeit, in welcher sie endlich eingeweicht würden, zu schützen. Wird aber die Substanz, woraus sie besteht, in diesen Geweben erzeugt und sodann ausgeschwitzt, wie dies bei dem Harze oder dem Wachse der Fall ist? Dies ist zweifelhafter, und Mohl meint, daß sie nichts anders als der Zwischenzellenstoff ist, der sich nach außen ergießt.

§. 319. Zweitens: Die nach außen geworfenen Stoffe können mit denen identisch sein, die im Innern aufbewahrt werden. In diesem Falle sind sie blos ein ausgetretener Theil von jenen, und man kann sie alsdann nicht für wahre Ausscheidungen d. h. für etwas halten, das als untauglich für die Nahrung ausgestoßen wurde. Sie sind es nur augenblicklich, weil jeder Körper nur eine gegebene Menge Nahrung verzehren und aufsparen kann, und jeder Ueberfluß sich nothwendig einen Abfluß aus den natürlichen Wegen suchen muß. In solchen Fällen geschieht es oft, daß sich die Rinde, die durch diese Ueberfülle von Stoffen von innen nach außen gedrängt wird, spaltet und ihr auf diese Weise einen Weg macht. Aus diesen Spalten fließen Gummi, eigentliche Säfte, Harze, wie wir dies an einigen unserer Bäume wahrnehmen können, so z. B. die Gummi an den Kirschbäumen, Pflaumenbäumen, die Harze an den Tannen und andern immergrünen Bäumen. Der Ueberfluß, der diese Ausfließungen veranlaßt, steht oft mit einer gesunden und kräftigen Vegetation der Pflanze im Einklange und ist sogar das Resultat derselben; in vielen Fällen ist es hingegen ein eher eine Art Krankheit, eine Störung der Verrichtungen in der Pflanze. In dieser Reihe chemischer Umwandlungen, denen sich die Nahrungsstoffe unterwerfen müssen, fehlt aber irgend eine Bedingung und daher irgend ein Anhaltspunkt. Die sich bildende Substanz wird von den Organen zu den nachfolgenden Verbindungen, zu denen sie benützt werden sollte, nicht wieder aufgenommen; sie häuft sich an und kann sogar in einigen Fällen in neue und ungewöhnliche Verbindungen übergehen.

Die Stoffe, von denen wir gesprochen haben, kommen im flüssigen Zustande heraus und fließen an der Rinde herab; sie verdicken sich aber bald an der Luft und bilden oft sogar feste Massen. Es gibt einige, welche in andern Gestalten entweichen, wie z. B. die wesentliche Oele, welche bei ihrer Verflüchtigung sich durch die unversehrten Gewebe einen Weg machen.

§. 320. Drittens: Die zur Nahrung untauglichen und nach außen geworfenen Materien verdienen allein den Namen der Ausscheidungen; es ist aber sehr schwierig, bei den Pflanzen diejenigen zu bestimmen, welche es in der That sind. Sogar die Produkte der Drüsen, die man ausfließen oder sich äußerlich verflüchtigen sieht, können uns in dieser Hinsicht noch in einigem Zweifel lassen, da es ja möglich wäre, daß sie zum Theile wieder eingesogen würden, um in die Masse der Nahrungsflüssigkeit zurückgeführt zu werden und daß alsdann der Theil, der sich nach außen verliert, nur, wie in dem vorhergehenden Falle, ein Ueberschuß wäre, dessen sich die Gewebe entledig-

ten. Gibt es aber einen allgemeinen Weg, auf welchem der vegetabilische Körper, nachdem er aus den ernährenden Subſtanzen alle Theilchen gefogen hat, die er ſich aſſimiliren ſoll, diejenigen nach außen wirft, die dazu untauglich ſind? Viele Schriftſteller waren der Meinung, daß darin eine von den Funktionen der Wurzeln beſtehe, und dieſe Theorie ſcheint aus Vernunftgründen die richtige zu ſein. Der Saft, der durch die Wurzeln eindringt, hat zuerſt den ganzen holzichten Körper durchzogen, ſich ſodann in der Rinde vollſtändig organiſirt, durch welche er wieder herabſteigt und auf dieſem Wege allen Theilen die Elemente der Nahrung liefert; auf dieſe Weiſe kehrt er in die Wurzeln zurück, an deren Ende er, zum Theile aller jener Elemente beraubt, die er auf ſeinem Wege ausgetheilt hat, ankommt. Die Frage iſt nun die, zu wiſſen, ob hier der Rückſtand als Excrement ausgeſtoßen, oder wieder in das Innere aufgenommen und mit dem noch unvollkommenen Safte vermiſcht werde, wie das in den Venen befindliche Blut bei den Thieren? Es iſt Thatſache, daß man an vielen Wurzeln um die Endſpitzen herum kleine Klümpchen oder Flocken von einer Materie ſehen kann, die das Ausſehen einer Gallerte oder eines Schleimes hat und das Waſſer unter Anſchwellen einſaugt. Sie iſt es, welche ſo oft jene kleine Erd- oder Sandkörnchen an ſich zieht, die an dem Ende der Wurzeln wie angeleimt ſind, ſo ſorgfältig man ſie auch von denſelben losmacht. Höchſt wahrſcheinlich iſt dies eine Ausſcheidung dieſer Wurzeln.

Darf man aber daraus ſchließen, daß es ein Rückſtand ſei, den die zur Ernährung untauglichen Theilchen des Nahrungsſaftes gebildet haben? Macaire's Verſuche ſcheinen es ſowohl durch die Analyſe einiger von dieſen Stoffen im Vergleiche mit den nährenden Subſtanzen gleicher Pflanzen, als auch durch die Beobachtung, daß verſchiedene Auflöſungen giftiger Salze, wie z. B. des eſſigſauren Bleies, des ſalpeterſauren Silbers u. ſ. w., die von einer Pflanze eingefogen wurden, deren Wurzeln man nachher in reines Waſſer ſtellte, und die ſich bald wieder in dieſem Waſſer vorfanden, außer Zweifel zu ſetzen; woraus man ſodann den Schluß machte, daß ſich die Pflanze auf dieſem Wege der zu Erhaltung des Lebens untauglichen oder ſogar ſchädlichen Subſtanz entledigt habe. Aehnliche Verſuche haben aber Unger, Meyen und Walſer nur verneinende Reſultate geliefert. Es iſt daher noch ſchwer, über dieſen Gegenſtand etwas Poſitives zu behaupten.

§. 321. Dieſe Lehre konnte, wenn ſie einmal angenommen wurde, zu wichtigen Folgerungen führen. Wenn ſie wahr iſt, ſo würde die Pflanze in der Erde um ſich herum Materialien anhäufen, die zu ihrer künftigen Nahrung untauglich wären, woraus ſich erklären ließe, warum ihre Wurzeln immer genöthigt ſind, ſich weiter auszudehnen, um ihre Nahrung aufzuſuchen, und warum ein Baum an dem Platze nicht gedeiht, wo ein anderer derſelben Art geſtanden hat. Es gibt Pflanzen, die ſich augenſcheinlich durch ihre Nähe ſchaden und wieder andere, die nur nahe bei einander gedeihen. Dies rührt daher, daß, da die Wurzelausſcheidungen nach den Pflanzen verſchieden ſind, die von der einen Pflanze ausgeſtoßenen Stoffe einer andern außerordentlich ſchädlich, oder im Gegentheile nützlich ſein können, wie man dies auch an den Excrementen einiger Thiere ſieht, die zur Nahrung für andere dienen können; die Pflanzen, die ſich fliehen, befänden ſich in dem erſten, die, welche ſich aufſuchen, in dem zweiten Falle. Der Landwirth kann bei dem Anbau der einjährigen Pflanzen im Allgemeinen aus dem nämlichen Boden durchaus keine aufeinanderfolgende ergiebige Ernten von einer und derſelben Pflanze erhalten; er wechſelt alſo ſorgfältig mit derſelben ab, und die Erfahrung lehrt ihn, welche Culturen auf einander folgen müſſen, um dem Boden eine Ruhe zu gewähren, anſtatt ihn auszuſaugen. Dies nennt man Koppelwirthſchaft, die demnach nur eine Anwendung der vorhergehenden Theorie wäre, und ihr Licht von allen den Forſchungen bekäme, die über die Natur dieſer Wurzelausſcheidungen angeſtellt wurden.

Wir wollen indeſſen beifügen, daß ſie zur Erklärung aller angeführten Thatſachen durchaus nicht nöthig iſt. Es iſt augenſcheinlich, daß eine Pflanze dem Boden, in welchem ſie wächſt, eine mehr oder weniger große Menge derjenigen Stoffe entzieht, die zu ihrer Nahrung tauglich ſind; daß eine Pflanze derſelben Art, die mit den nämlichen Bedürfniſſen an ihre Stelle kommt, für ſich nicht mehr ſo viel davon in geeigneter Menge antreffen wird, während eine Pflanze anderer Art, mit andern Bedürfniſſen ſowohl die Natur, als auch die Menge der für ſie erforderlichen Stoffe in demſelben finden kann. Neuere, von uns angeführte Verſuche verbreiten ein helles Licht über dieſe Frage. Es gibt Pflanzen, welche, wie die Cerealien, all ihren Stickſtoff aus der Erde nehmen; es gibt wieder andere, welche, wie die Hülſenfrüchte, ihn aus der Luft ziehen können. Die zweiten können alſo, ohne ausgehungert zu werden, auf die erſten folgen. Die Reihenfolge der Cerealien und der Hülſenfrüchte iſt alſo einer von den Fruchtwechſeln, der in der Praxis am häufigſten vorkommt. In dem Zwiſchenraume mehrerer Culturarten, mit denen auf dieſe Weiſe verſtändig abgewechſelt wird, ſucht die Erde unter dem unaufhörlichen Einfluſſe atmoſphäriſcher Agentien ihre urſprüngliche Miſchung wieder zu erlangen.

§. 322. Es wäre vielleicht hier am Platze, von den Farben und dem Geruche der Pflanzen, ſo wie von ihrer eigenthümlichen Wärme zu ſprechen; denn dieſe verſchiedenen Phänomene hängen, wie die meiſten von denen, von welchen wir bereits gehandelt haben, von chemiſchen Miſchungen und Zerſetzungen ab. Da man jedoch an den Blüten die Farben und den Geruch in größerer Mannigfaltigkeit und Stärke wahrnimmt, da durch die Entwicklung der Blüten, die der Wärme ſich deutlicher zu erkennen gibt, ſo verſchieben wir dieſe Fragen bis zu dem Zeitpunkte wo wir die Blüte, die wir bisher bloß in ihren Beziehungen zu dem übrigen Theile der Pflanze betrachtet haben, ausführlich kennen lernen werden.

Wachsthum der Gewebe.

§. 323. Die Ernährung der Pflanze hat ihr Wachsthum zum Reſultat. Da ihre Elementarorgane ſich in ihren Dimenſionen und in ihrer Zahl vermehren, ſo bedingen ſie eine verhältnißmäßige Vergrößerung in ihren zuſammengeſetzten Organen. Wir haben jetzt noch die Art des Wachsthums von beiden nach der Reihe zu unterſuchen.

Wir werden uns bei der Art und Weiſe, nach welcher die Zellen, die Faſern, die Gefäße größer und dicker werden, nicht verweilen. Dies, ſo wie die Ordnung, in welcher ſich dieſe verſchiedenen Organe gewöhnlich in Beziehung auf einander entwickeln, iſt in den erſten, ſie betreffenden Kapiteln abgehandelt worden. Mit ihrer Vermehrungsweiſe haben wir uns aber noch nicht abgegeben, und es iſt hier der rechte Platz, dieſe Frage abzuhandeln. Da nun viele Pflanzen bloß aus Zellen beſtehen, da überdies alle andere Formen mit der einer Zelle beginnen, ſo vereinfacht ſich das Problem und beſchränkt ſich darauf, die Vermehrungsweiſe der Zellen zu erforſchen. Dies haben die geiſtreichſten Phyſiologen eingeſehen, und darum ihre Beobachtungen auf dieſen Hauptpunkt, das Entſtehen der Gewebe, gerichtet. Wenn es ſich davon handelt, die kleinſten Theile, in welche

die Pflanze zerlegt werden kann, bei ihrem ersten Erscheinen zu überraschen, so darf man über einige Abweichungen in diesen Beobachtungen und in den Theorien, die man daraus ableitet, nicht sehr befremdet sein. Wir begnügen uns damit, ganz kurz diejenige vorzutragen, bei denen man in der neuesten Zeit stehen geblieben ist.

§. 324. **Wachsthum des Zellgewebes.** — Die Vermehrung der Zellen kann auf mehrfache und verschiedene Weise vor sich gehen. Bei den einfachsten Pflanzen, z. B. bei mehreren Wasserfäden, diesen grünlichen Fäden, die man oft in den Gewässern oder auf feuchten Flächen antrifft, die aus Zellen bestehen, die mit ihren Enden aneinander gefügt sind, und auf diese Weise eine Röhre bilden, die von Weite zu Weite durch Scheidewände abgeschlossen ist, sieht man deutlich, wie diese röhrige Zellen, wenn sie eine gewisse Länge erlangt haben, eine, oder seltener mehrere Zusammenschnürungen zeigen, gleichsam als ob ihre Wand sich in die Quere falte, um sich einwärts zu biegen; dieses Hineinragen kommt immer näher zusammen, und bildet endlich eine vollständige Scheidewand, die sich später wieder spaltet, so daß man zwei oder mehrere Zellen erhält, die auf diese Weise aus der Zertheilung einer einzigen Zelle entstanden sind. In den meisten Fällen, aber nicht beständig, bildet sie das äußerste Ende der allgemeinen Röhre. Einige von den Zellen in der Mitte haben oft an ihrem obern Ende einen kleinen, seitenständigen Buckel, der sich nach und nach verlängert, und sich sodann, wenn er beinahe die Länge der Zelle erreicht hat, von welcher er ausgeht, sogar in dem Punkte von derselben trennt, wo er durch die Bildung einer Scheidewand, wie wir sie weiter oben beschrieben haben, von derselben abweicht. Auf diese Weise bilden sich die seitenständigen Zweige dieser Wasserfäden. Die Röhren der Chara's theilen sich eben so, und bisweilen durch eine Scheidewand, die aber nicht mehr der Quere, sondern der Länge nach geht, woraus demnach auf Kosten einer einzigen Zelle zwei neben und nicht hintereinanderstehende Zellen entstehen. In diesen verschiedenen Fällen ist die innere Höhlung mit einer körnigen Materie angefüllt, deren Masse sich zu gleicher Zeit und eben so, wie die Zelle abtheilt. Es ist glaublich, daß man diese Vermehrungsweise auch an den Zellen von Pflanzen, die zu einer höheren Stufe gehören, und hauptsächlich an solchen wieder findet, welche in geradlinichten Reihen stehen.

§. 325. Eine andere Vermehrungsweise, welche viele Schriftsteller lange Zeit für allgemein gehalten haben, und welche mehrere noch dafür halten, entspringt aus der Bildung mehrerer Zellen in der Höhle einer schon vorher vorhandenen Zelle. Bald bilden die Wände dieser Mutterzelle einwärts Vorsprünge, die sich endlich begegnen und auf diese Weise die einzige Höhlung in mehrere zertheilen, wovon jede eine gewisse Menge dieser körnigen Substanz enthält. Bis hieher scheint diese Entwicklung zu der vorhergehenden zu gehören; aber später überzieht sich jede körnige Masse mit einer eigenen Hülle, und es bilden sich auf diese Weise eben so viele besondere Zellen, die in einer allgemeinen Hülle liegen, oder die, wenn diese, wie es häufig geschieht, dadurch verschwindet, daß sie eingelogen wird, eben so viele unabhängigen Zellen ausmachen. Gewöhnlicher sind diese Zellen gleich bei ihrem Auftreten frei in der Mutterzelle, welche selbst in diesem Falle noch bleibt, oder, was gewöhnlicher ist, eingelogen wird.

§. 326. Endlich können sich die Zellen in einer inneren Höhlung der Pflanze, in dem Zwischenraume schon vorhandener Zellen bilden, wie dies z. B. zwischen dem Holze und der Rinde der dikotyledonischen Pflanzen, wo sich das Cambium absetzt, wahrgenommen wird.

§. 327. Unter welcher Gestalt erscheinen aber die auf diese Weise entweder in der Höhlung schon vorhandener Zellen oder in den Gruben des Zellgewebes gebildeten Zellen bei ihrem Auftreten, auf welchen Stufen gelangen sie zu der Gestalt der ihnen vorangegangenen Zellen?

Nach Schleiden ist der erste Zustand eines Zellgewebes der einer gummiartigen Auflösung, die sich später zu einer Gallerte verdickt. Man bemerkt alsdann in derselben eine große Menge dunkler, äußerst kleiner Punkte. Einige von diesen Punkten werden zu Mittelpunkten, und um jeden derselben bildet sich eine körnige Anhäufung, welche den Kern oder Cytoblast (§. 21), den Keim der Zelle ausmacht. Diese Cytoblaste sind in der Regel linsenförmige, bei den dikotyledonischen Pflanzen mehr abgerundete, bei den monokotyledonischen Pflanzen mehr elrunde und gewöhnlich größere Körper. Wenn sie ihre bestimmte Größe erreicht haben, so sieht man, wie an einer ihrer Flächen ein Bläschen aufsteigt, das sie beinahe wie ein Uhrenglas bedeckt, sodann immer mehr aufschwillt, bis es eine Blase bildet, auf welcher der Cytoblast nur noch einen kleinen Raum einnimmt, der in einer Ecke der Wand, welche an dieser Stelle doppelt und verdickt ist, eingetieft und sogar eingerahmt ist.

Gewöhnlich wird er bald darauf eingelogen und verschwindet, wenn die Zelle ihre vollkommene Gestalt erlangt hat; indessen bleibt er bisweilen, wie man Beispiele davon an gewissen Organen, z. B. in den Haaren, wo man die Rotation bemerkt (Fig. 222 n n) und in gewissen Familien, wie in den Cactus- und Orchisarten wahrnehmen kann.

Man macht Schleiden den Einwurf, daß das erste Auftreten des Cytoblasts bisweilen nach dem der Zelle zum Verscheine kommt. Obgleich er übrigens sein Dasein in den jungen Geweben mehrerer Organe dargethan hat, so findet er es doch selbst an zwei sehr thätigen Sitzen dieser Zellenbildung an den Nadelcenspitzen, wo er nicht ganz gewiß ist, es angetroffen zu haben, und in dem Cambium nicht mehr wieder. Ueberall, wo er es fand, erzeugten sich die jungen Zellen in einer Mutterzelle.

§. 328. Nach Mirbel findet sich überall das Cambium, wo sich ein Gewebe zu bilden anfängt. Es ist zuerst eine Flüssigkeit von schleimiger Consistenz, die sich stufenweise zu einer Gallerte verdickt. Man braucht nicht lange zu warten, um es bald mit kleinen Flecken übersäet zu erblicken, welche Punkten gleichen; dies sind aber eben so viele kleine Höhlungen, die sich nach und nach erweitern (zelliges Cambium). Die Höhlungen fahren fort, sich in dem Verhältnisse zu vergrößern, als die dazwischen liegende, anfangs sehr dicke und weiche Scheidewände dünner werden, und nehmen eine regelmäßige Gestalt an, die sie bisher nicht hatten: dies ist das Zellgewebe, ein noch stetiges Gewebe, das sich seiner Gestalt und seinem Aussehen nach mit dem Schaume von Seifenwasser vergleichen läßt. Endlich spalten sich die Scheidewände entweder in ihrer ganzen Ausdehnung, oder blos nach ihren Winkeln hin, und das Gewebe zerlegt sich auf diese Weise in eben so viele besondere Körper als Höhlungen da sind; man hat Zellen, und von keinem eigentlichen Gewebe ist die Rede mehr. Das Cambium zeigt sich beinahe überall, nicht blos in den großen Zwischenräumen, wo man es zu finden gewöhnt ist, sondern in den Gängen, die es erweitert, in dem Innern der Zellen und der Gefäße. Man kann sehen, wie dieses Innere durch ein Zellgewebe verstopft ist; häufiger erstickt aber eine einzige Zelle die übrigen, und füllt endlich die Höhlung dadurch aus, daß sie sich an die Wand anlegt und sie füttert; sie kann aber selbst wieder auf gleiche Weise von einer dritten gefüttert werden; auf diese Weise läßt sich die

Verdickung der Zellen, Fasern und Gefäße erklären. Es ereignet sich aber auch oft, daß das in den Geweben abgesetzte Cambium gleich in den ersten Perioden seiner Entwicklung stille steht und eingefogen wird.

§. 329. Unger nimmt diese Reihe von scheinbaren Umbildungen in dem Cambium an, hält aber die Steigkeit des Gewebes in der ersten Zeit für eine Täuschung. Er behauptet, nachgewiesen zu haben, daß die Zellen gleich bei ihrem ersten Auftreten abgesondert seien, obgleich ihre dicke, weiche und aneinander gedrängte Wände ihre Gränzlinien nicht leicht wahrnehmen lassen. Zu dieser ursprünglichen Unabhängigkeit der Zellen bekannte man sich allgemein ohne Streit, ehe die letzten Werke Mirbels denselben zu erheben anfingen.

§. 330. Wie bildet sich aber das Cambium selbst? Man darf annehmen, daß es auf Kosten der ausgearbeitetsten Säfte geschehe, wie dies die zahlreichen und scharfsinnigen Versuche Duhamel's über die Bildung des Holzes in den dikotyledonischen Bäumen beweisen. Eine dünne Zinnfolie, die zwischen die Rinde und das Holz gebracht wurde, machte es möglich, darzuthun, daß alles Cambium von Seite der Rinde hervorkommen müsse. Ein Stück Rinde, das oberhalb mit dem Baume zusammenhing, wurde aufgehoben, und die darüber befindliche Holzfläche weggeschafft; was die Erzeugung des Cambiums unter dem wieder an seine Stelle gebrachten Rindenstücke nicht hinderte. Eine ringförmige Abrindung, die gegen das Vertrocknen geschützt war, zeigte, wie das Cambium zwischen dem Holze und der Rinde aus dem oberen Rande der Wunde in großer Menge, in weit geringerer aus dem untern hervorkam. Man schloß daraus, daß die Säfte der Rinde, welche von oben nach unten kommen, das Cambium liefern, und nicht der aufsteigende Saft, wie es etwa das Zentische seiner chemischen Zusammensetzung mit dem des Zellstoffes, und demnach mit den meisten organischen Substanzen, die in diesem Safte verbreitet sind, hätte vermuthen lassen können.

§. 331. Die Vermehrung der Zellen findet bisweilen mit einer außerordentlichen Geschwindigkeit Statt. Die jungen Triebe von einigen von unsern Bäumen können uns bei einer günstigen Witterung im Frühlinge ein Beispiel davon geben, und doch kann der Gang ihrer Vegetation durchaus nicht mit demjenigen verglichen werden, dem eine höhere Temperatur eine größere Thätigkeit verleiht. In unsern Treibhäusern sogar kann man Agaven zur Zeit ihrer Blüte, Bambus u. s. w. sich zu gewissen Zeiten um mehr als 2 Decimeter innerhalb 24 Stunden verlängern sehen. Gewisse Pflanzen, die ganz aus Zellgewebe bestehen, entwickeln sich sehr schnell in unserem Klima; so z. B. die Pilze, deren schnelles Wachsthum zu einem Sprichworte Veranlassung gegeben hat. Es gibt einen unter ihnen, der Lycoperdon giganteum, der in drei bis vier Tagen die Gestalt einer Kugel von 3 Decimetern im Durchmesser erlangen kann.

§. 332. **Wachsthum der Stämme und der Wurzeln.** — Was das Wachsthum der zusammengesetzten Organe anbetrifft, so haben wir schon in den Abhandlungen: **Stamm**, **Wurzel** und **Blatt** das vorgetragen, was dabei vorgeht; es handelt sich jetzt bloß davon, zu erforschen, wie alle diese Veränderungen stattfinden. Wir wollen es an den dikotyledonischen Pflanzen, auszufinden suchen, von denen man weiß, daß sie in unsern Klimaten eine große Einwicklung erreichen, und welche durch die Bildung seitenständiger Knospen zahlreichere und in die Augen fallendere Angaben zu Lösung des Problems liefern. Wir wollen uns nur mit wenigen Worten daran erinnern, daß sich die Stämme von unten nach oben, die Wurzeln hingegen in umgekehrter Richtung verlängern; daß die ersteren ein Mark und eine Markröhre haben, die zum Theile aus entrollbaren Luftgefäßen bestehen, welche den zweiten abgehen, daß sich später zwischen die Röhre und die Rinde, neue Fasern und Gefäße von einer andern Ordnung legen, und daß aus dieser Dazwischenlegung, die sich jedes Jahr wiederholt, das Wachsthum in die Dicke entspringt.

Dies ist der Ursprung dieser Fasern und Gefäße, hinsichtlich dessen die Botaniker noch nicht vollkommen einig sind. Bei Darlegung und Erörterung der divergirenden Ansichten und der Thatsachen, auf welche sie sich stützen, werden wir Gelegenheit finden, mit genügender Ausführlichkeit alles abzuhandeln, was sich auf das Wachsthum der zusammengesetzten Organe bezieht.

§. 333. Eine sinnreiche Theorie, zu welcher sich eine große Anzahl von Schriftstellern bekennt, wurde von einem französischen Astronomen, Ladire, zu Anfang des achtzehnten Jahrhunderts, aber nur mit einigen Andeutungen und ohne unterstützende Beweise vorgetragen, so daß sie außer Acht gelassen und wahrscheinlich ignorirt wurde. Ein Jahrhundert später trug sie ein anderer Franzose, Dupetit-Thouars, der sie ohne allen Zweifel durch seine eigenen Beobachtungen wieder gefunden hatte, auf's Neue vor, und da er sie durch Werke, die reich an Thatsachen und Beweisgründen sind, unterstützte, so wurde ihm die Ehre der Entdeckung zu Theil, und man kennt sie nur unter dem Namen der Dupetit-Thouars'schen Theorie.

Die Knospen können, wie wir schon mehrmals gesagt haben, mit Embryonen verglichen werden; jede entwickelt sich zu einem Zweige, der dem Stamme ähnlich ist, welcher aus der Entwicklung des Embryo entstand. Da dieser aber in der Erde befestigt ist, so hat er beim Keimen an seinem unteren Theile Wurzeln getrieben, die dazu bestimmt sind, seine Nahrung einzusaugen. Die Knospen, welche zu ihrer Reife gelangt, sich von dem Stamme losmachen, wie wir bei den Zwiebeln (§. 182), Brutzwiebeln, Bulbillen (§. 184), Rosetten der kriechenden Stämme (§. 183) gesehen haben, ahmen die wahren Embryonen nach und und treiben an ihrem untern Theile Wurzeln. Sollten die Knospen, welche fest auf dem Stamme bleiben, allein mit keinen versehen sein? Dupetit-Thouars glaubt es nicht, und da er sah, daß sich jener Haufen von Büschseln aus Fasern und Gefäßen, die sich zwischen der Rinde und der Markröhre bilden, erst dann zeigen, nachdem die Knospen ihre Entwicklung begonnen haben, da er sah, wie sie sich auf der einen Seite an der Grundfläche von diesen befestigen und man sie auf der andern Seite bis an die Extremitäten der Wurzeln verfolgen kann, so ist er der Meinung, daß sie nichts anders sind, als die Wurzeln der Knospen, welche in dem Raume zwischen der Rinde und der Markröhre fortlaufen, bis sie sich nach außen in Gestalt von normalen oder Adventivwurzeln zeigen. Das Cambium ist selbst nur eine Nahrungsflüssigkeit, welche diese Wurzeln auf diesem Wege durch die Dicke der Pflanze schöpfen. Jedes Jahr bringt also eine neue Erzeugung von Knospen oder angewachsenen Embryonen, und auf diese Weise einen neuen Trieb von entsprechenden Wurzelbüschseln hervor, deren Gesammtheit dem Holze eine Schichte und der Wurzel neue Verästungen gibt.

§. 344. Diese Thorie hat in der neuesten Zeit durch Gaudichaud eine neue Entwicklung erhalten, die sie nicht bloß auf die Knospe beschränkte, sondern sie auf ihre constituirenden Theile, auf ihre Axe und ihre Blätter ausdehnte, indem die einen in Beziehung auf die andern durchgängig die nämliche Rolle spielen, welche Dupetit-Thouars den Knospen in Beziehung

auf den Stamm anwies. Ein monokotyledonischer Embryo besteht, abgesehen von seinem Knöspchen, aus einem Stämmchen, aus einem Blatte oder Samenlappen und später durch das Keimen aus einer Wurzel. Dies ist für Gaudichaud der Typus des vegetabilischen Individuums oder der Phyton, der demnach aus einem aufsteigenden Systeme (Stämmchen und Blatt) und einem absteigenden Systeme (Wurzel) besteht. Wenn sich das Knöspchen entwickelt, so verlängert sich über dem Kotyledone ein erster Zwischenknoten, der sich in ein Blatt endigt, und welcher für dasselbe das ist, was das Stämmchen für den Kotyledon war. Sie bilden also den aufsteigenden Theil eines zweiten Phyton, dessen absteigender Theil nur durch das Stämmchen, durch welches er in Gestalt von faser- und gefäßartigen Fäserchen innerhalb der Rindenhülle geht, in die Erde gelangen kann. Eben so verhält es sich mit allen darauf folgenden Blättern, jedes steht auf seinem Zwischenknoten, jedes sendet seine Wurzelfäserchen durch alle die, welche unter ihm stehen. Auf diese Weise ist der Stamm, der aus der Entwicklung des Knöspchens entsteht, eine Reihe von Stämmchen, die an ihren Enden mit einander verbunden sind, und wovon jedes von den Wurzelbüschseln aller derer eingehüllt ist, die über ihm stehen, und er stellt ganz genau irgend einen Zweig vor, außer wenn in dem Zweige das Ganze der Wurzelbüschel, das an sein unteres Ende gelangt ist, in den Ast einwächst, aus welchem es entsteht und wo es seinen inneren und absteigenden Weg fortsetzt. Der dikotyledonische Embryo oder jeder Zwischenknoten, der zwei gegenständige Blätter trägt, ist nichts anders, als die Vereinigung von zwei Phytonen.

§. 335. Die Fasern und Gefäße der Rinde haben, wie die aus Fasern und Gefäßen bestehenden Büschel des Holzes, den nämlichen Ursprung, mit denen sie anfänglich vereint fortlaufen. Sie entstehen gleichfalls aus den Knospen und gehören zu dem herabsteigenden Systeme.

§. 336. Was das Zellengewebe anbetrifft, so ist seine Erzeugung überall lokal und entspringt aus der Vervielfältigung schon vorhandener Zellen und demnach in dem Holze aus der Ausdehnung der Markstrahlen. Auf diese Weise hat bei dem Wachsthum in die Dicke die Fortpflanzung dieses Gewebes in die Quere Statt, während die der Fasern und Gefäße senkrecht vor sich geht; es ist eine Art Zeug, wovon das eine den Eintrag, die andern die Kette liefern. Wenn sich die Büschel nach außen losmachen, um die Wurzeln zu bilden, so entstehen sie bei den benachbarten Zellgewebe die Schichte, welche sie begleitet und welche, da sie in dem Verhältnisse wächst, als sich jene verlängern, eine Art Scheide für sie bildet.

§. 337. Die hauptsächlichsten Thatsachen, die zu Unterstützung dieser ganzen Theorie angeführt werden, sind folgende:

Das Holz der Wurzeln, das unbestritten zu einem absteigenden Systeme gehört, hat nie entrollbare Luftgefäße; nun hat das Holz des Stammes gleichfalls keine, und zeigt in seinen Elementen eine vollkommene Aehnlichkeit.

Es steht mit dem der Wurzel in einem stetigen Zusammenhange, und da diese sich nach dem Stamm gebildet hat, so darf man mit Recht annehmen, daß es zuerst gebildet wurde, daß es sich in die andere fortsetze, und daß die Büschel des Stammes bereits einen absteigenden Weg einschlugen. Aber diese Büschel stehen an ihrem obern Ende in dem Stamme mit der Grundfläche der Knospen, und in der Knospe, mit dem Ursprung der Blätter in Verbindung: sie kommen also aus den Knospen und zuvörderst aus den Blättern.

Bei der Erzeugung der in der Luft befindlichen Wurzeln kann man eine regelmäßige Uebereinstimmung zwischen ihrem Ursprunge und der Lage der Knospen oder der Blätter wahrnehmen; denn sie kommen gewöhnlich unmittelbar über den Knoten und demnach an der Grundfläche von dem hervor, was Gaudichaud das aufsteigende System des Phyton nennt. Namentlich an vielen monokotyledonischen Pflanzen sieht man, wie eine dieser Wurzeln an der Grundfläche eines jeden Zwischenknotens unmittelbar unter dem Blatte, das ihn endigt, entsteht. Bei einer sehr kleinen Anzahl von Pflanzen, der Purtezia, Kingia, mehreren Lycopoden, kriechen diese Wurzeln anfangs unmittelbar nach außen zu kommen, einige Zeit unter der Rindenhülle fort. Die Phytone erzeugen also wirkliche, entweder freie oder in der Dicke des Stammes verborgene Wurzeln. Von dieser Anordnung also, bis zu der, wo sie verwachsen und sich unter einander verschmelzen, um das Holzgewebe zu bilden, hat man also alle Uebergänge.

§. 338. Der absteigende Gang der Holzbüschel gibt sich vorzüglich durch die Hinderniße zu erkennen, auf die er stoßen kann. Wenn man einen Rindenring wegnimmt oder um den Stamm ein Band anlegt, so sieht man, wie an dem obern Rande des Ringes, über dem Bande die Gewebe dicker werden und einen Wulst bilden, während unterhalb keine Verdickung stattfindet. Zerschneidet man dieses, so findet man, daß er aus einem Netze von gekreuzten und nach allen Richtungen gedrehten Büscheln besteht die sich aber immer mit denen fortsetzen, die oberhalb in die Knospen auslaufen. Wenn man nur einen Theil von dem Rindenringe weggenommen hat, so umgehen die Büschel die Ränder der Wunde bald, um unterhalb derselben ihren senkrechten Gang wieder fortzusetzen. Drückt man den Stamm durch ein spiralförmiges Band zusammen, wie dies häufig in unsern Wäldern gewisse kletternde Sträucher, das Geisblatt z. B., auf eine natürliche Weise thun, so bildet sich, wie in dem vorhergehenden Falle, über und längs dem Bande hin, ein gleichfalls spiralförmiger Wulst und das Durchschneiden desselben zeigt, daß sich die Büschel nach eben dieser Richtung hin angehäuft haben. Wenn der Stamm, um welchen herum man die ringförmige Entrindung vorgenommen hat, unterhalb keinen Ast hätte, oder wenn man alle, welche etwa da sein könnten, wegschafft, so daß sich nur noch Knospen über der Wunde befinden, und wenn diese breit genug ist, damit sich ihre Ränder nicht wieder vereinigen können, so fährt der ganze oben befindliche Theil der Pflanze fort, durch die regelmäßige Erzeugung der Holzschichten in die Dicke zu wachsen, und das Wachsthum und die Bildung des Holzes stehen in dem unten befindlichen Theile stille. Aus allen diesen Versuchen schließt man, daß die Holzbüschel von oben nach unten gehen, und durch die Knospen erzeugt werden, deren Wurzeln sie vorstellen.

§. 339. Gibt es aber neben diesen, zu Gunsten der Dupetit-Thouars'schen Theorie angeführten mannigfaltigen Thatsachen keine, die denselben widersprechen, und kann sie überdies allein dieselbe erklären? Die Einwürfe dagegen haben wir jetzt noch abzuhandeln.

Wenn die Holzbüschel wirkliche Wurzeln sind, so müssen sie sich selbst bloß an ihrem untern Ende verlängern, ihre Organisation muß um so vorangeschrittener sein, je weiter oben, je näher der Knospe man sie untersucht, aus welcher sie entspringen; sie müssen mehr oder weniger unten stille stehen, je nachdem die Zeit der ersten Entwicklung der Knospe näher oder entfernter liegt. Nun ist es wahr, daß man in einigen Fällen unter der Knospe einen Haufen, gleichsam einen Strang, holziger Fasern findet, welche in kur-

ger Entfernung stehen bleiben; in den meisten Fällen ist es aber unmöglich, die Entwicklung der holzigen Fasern zu verfolgen, die beinahe in demselben Augenblicke von einem Ende des Stammes bis zum andern gebildet vorkommen und die mikroskopische Untersuchung zeigt, daß sie gewöhnlich oben weicher, ihre faserigen und gefäßartigen Elemente unvollständiger und demnach neuer gebildet sind. Es mochte daraus hervorgehen, daß sich die Büschel fast gleichzeitig nach ihrer ganzen Länge bilden, und daß dies, einige Fälle ausgenommen, mehr von unten nach oben als in entgegengesetzter Richtung geschieht.

§. 340. Wenn man das Holz von zwei Stämmen oder Aesten von verschiedenen Arten, die im Spalte gepfropft, A auf B, gewachsen sind, untersucht, so bemerkt man, daß jeder die Natur seines Holzes beibehalten hat, obgleich nach der Dupetit-Thouars'schen Hypothese alle von A gebildeten Büschel sich nach dem Pfropfen bei dem Herabsteigen durch B hätten verlängern und seine Holzschichten bilden sollen. Ist das Pfropfen an einem jungen Stamme B vorgenommen worden, der noch wenige Wurzeln hat, so müßten nach Verlauf von einer gewissen Anzahl Jahre alle neue Wurzeln aus den Knospen von A entspringen und die Steckreiser, die man davon nehmen würde, diese Art A wieder hervorbringen, während die Erfahrung zeigt, daß B reproduzirt wird. Auf diese gedoppelte Bemerkung hin, aus welcher hervorgehen würde, daß weder das Holz noch die Wurzeln Wurzelbüschel sein können, die zu den Knospen gehören, antworten die Anhänger der Theorie, daß das Zellgewebe vom Holze seine Farbe mittheile und ihm seine Nahrung zuführe, und daß demnach das Holz von A mitten in dem Zellgewebe von B, das, an Ort und Stelle gebildet, alle seine Merkmale behalten hat, von diesem seine Farbe entlehnen müsse, daß es seinen Samen durch Veränderung der Nahrung verändern könne. Auf die zweite Erfahrung antworten sie, daß das Zellgewebe von B, das die holzichten Büschel von A in die Wurzeln begleitet, den aus diesen Wurzeln gemachten Steckreisern ihren besondern Charakter gegeben habe, da dieses Steckreis sich nicht durch Adventivwurzeln, die in diesem Gewebe entstanden sind, entwickeln konnte. Diese Fragen berühren demnach das Geheimniß der Assimilirung zu sehr, als daß man sich jetzt schon auf eine entscheidende Weise darüber aussprechen könnte.

§. 341. Wenn die seitenständigen Verästungen der Wurzel, wie die meisten andern Organe, mit einem kleinen zelligen Kerne anfangen, in welchem sich später Gefäße organisiren (§. 114), so sind sie nicht bloße Verlängerungen herabsteigender, vorher gebildeter Büschel. Dies ist nun ein Punkt der Organenstehungslehre (Organogenie), dessen Nachweilung bei der Erörterung der Dupetit-Thouars'schen Theorie von Wichtigkeit ist.

342. Die Thatsachen, auf welche sie sich vorzugsweise stützt, sind die, welche uns das Stillestehen der Büschel, die über jedes natürliche oder künstliche Hinderniß, über Unterbindungen und Entrindungen herabsteigen, und daher die Anhäufung des holzigen Gewebes zeigt, das sich im Gegentheile unten wieder zu erzeugen aufhört (§. 338). Lassen sie sich aber nicht eben so deutlich und eben so natürlich durch den Gang der Nahrungssäfte erklären, welche die Materialien des Cambiums liefern? Diese Säfte, welche in der Rinde einen absteigenden Weg einschlagen, müssen sich über jedem, ihrem Wege entgegengestellten Hindernisse anhäufen; sie geben darüber hinweg, wenn es nicht unübersteiglich ist; sie umgehen es, wenn ein offener Seitenweg da ist; sie bleiben stehen, wenn keiner da ist; und in allen diesen Fällen muß der Zufluß an Materialien eine reichlichere Erzeugung von Geweben, ihr Mangel eine Abzehrung nach den Gesetzen hervorbringen, die allen organischen Körpern gemeinschaftlich sind. Der Zufluß der Säfte geht hier dem Erscheinen der aus Fasern und Gefäßen bestehenden Büschel voran; sie bilden sich da, anstatt schon gebildet daselbst anzukommen. Die Entwicklung der in der Luft befindlichen Wurzeln neben den Knoten, wo oft ein schwacher Stillstand in der Circulation stattfindet, ist eben so leicht begreiflich, weil sie sich nach allen Punkten hin, wo sich eine Anhäufung von Säften und demnach von Zellgewebe zeigt, zu entwickeln streben (§. 113). Da die Entwicklung der Knospen eine von den Ursachen ist, welche das Aufsteigen des Saftes bestimmen (§. 255), da der Saft, wenn er einmal festgegen ist, in den jungen Rinden und vorzüglich in den Blättern verarbeitet wird (§. 260), so ist es klar, daß das Unterdrücken der Knospen und der Blätter diesem Aufsteigen der Verarbeitung, und nothwendig aus Mangel an Materialien der darauf folgenden Bildung der Holzfasern Einhalt thun werde; es ist klar, daß sich auf dem ganzen übrigen Theile der Pflanze, dem man die Verbindung mit demjenigen abgeschnitten hat, der Blätter und Knospen trägt, keine mehr werden bilden können.

Nach der Theorie des Dupetit-Thouars begreift sie nicht, wie ein Baum, der eine solche ringförmige Entrindung erlitten hat, daß sich unterhalb keine Holzschichten mehr bilden, zu leben und zu wachsen fortfahren könne. Denn dieses Wachsen setzt voraus, daß die Wurzeln sich in dem nämlichen Verhältnisse zu bilden fortfahren, und wie können die holzichten Wurzelbüschel, die unterwegs aufgehalten werden, diese bilden?

§. 343. Die netzförmige Anordnung der Saftgefäße muß es den Kanälen, sich gegenseitig zu ergänzen, und den Säften möglich machen, die Hindernisse, die sich ihrem absteigenden Gange entgegenstellen, leichter zu umgehen, und da sich diese Saftgefäße, obgleich sie in dem Inneren der Rinde angehäuft sind, oft auch in alle andere Theile der Pflanze verbreiten, so ist es begreiflich, daß das Wegschaffen der Rinde in einer gewissen Ausdehnung um den Stamm herum, das Ankommen des Latex zu den unteren Theilen nicht nothwendig und vollständig aufhält. Könnte alsdann nicht etwas Aehnliches mit dem vorfallen, was man bei den Thieren bemerkt, wenn ein Glied oder der Lauf des Blutes, der in der großen Pulsader gehemmt wurde, sich nur durch einen schwachen Seitenast fortsetzt, zu leben fortfährt, während es auf einen gewissen Grad abmagert? Durch diese Hypothese, welche übrigens durch die Beobachtung bestätigt werden müßte, würde man beweisen, wie sich unter einer ringförmigen Entrindung der Stamm am Leben erhält, Wurzeln, und sogar in einigen Fällen dünne Holzschichten erzeugt. Man hat diese letztere Erzeugung dadurch zu erklären versucht, daß sich unter der Entrindung Adventivknospen befinden, aus welchen eine gewisse Menge von Holzfasern hervorkäme. Nur dadurch, daß sie sich in einer gewissen Zahl und in einem gewissen Grade entwickeln, könnten sie dieses Resultat herbeiführen, und in diesem Falle könnten sie gesehen werden. Die Beobachtung muß abermals über den Werth dieser Erklärung entscheiden.

§. 344. Was die so merkwürdige von Dutrochet nachgewiesene Thatsache von Stämmen aus einer Tannenart (Abies pectinata) anbetrifft, die, einige Fuße über der Erde gefällt, zu leben und sich eine lange Reihe von Jahren hindurch auf einander folgende Schichten zu verdicken fortfahren, so müssen wir gestehen, daß sie unter keine der vorhergehenden Erklärungen paßt. In diesem Falle kann von keinen herabsteigenden Gefäßen die Rede sein. Die Wirkung findet unbestreitbar von unten nach oben Statt, und diese Richtung wird durch das Vorkommen eines ziemlich dicken Wulstes bewiesen, der über diese Schich-

ten hervorragt, die sich erst nach dem Schnitte des Stammes bildeten. In diesem Baume muß also der aufsteigende Saft ohne die Beihülfe der Blätter, einen Organisationsgrad erlangen können, der zu Bildung dieser Jahresringe hinreichend ist, die übrigens immer außerordentlich dünn sind, indem sie nur einen Millimeter, oft sogar nur einen halben Millimeter Dicke erlangen.

§. 345. Um uns in Betreff des Wachsthums in die Dicke der Stämme und der Wurzeln kurz zu fassen, so ist man in dem, was die Bildung des reinen zelligen Theiles derselben betrifft, im Reinen; man ist es aber noch nicht in dem, was den Theil der aus Fasern und Gefäßen bestehenden Büschel des Holzes und der Rinde angeht. Zwei Theorien sind vorgeschlagen: die eine betrachtet diese Büschel als die Wurzeln der Knospen und demnach als von unten nach oben entwickelt; die andere betrachtet ihre Elemente, als ob sie in Gestalt einer halbflüssigen Gallerte (des Cambiums) über die ganze innere Oberfläche der Rinde zugleich verbreitet wäre und sich da an Ort und Stelle entwickle. Wie meinen indessen, daß diese beiden Theorien einander nicht so sehr entgegengesetzt sind, als sie es zu sein scheinen. Sie wären es allerdings, wenn man aufsteigende Büschel annähme, die an ihrem Ende die Knospen hervorbringen. Inzwischen haben wir diese Lehre jetzt noch? Wir haben angenommen, daß die Blätter im Anfange mit dem Zweige (§. 147), und die Knospe (§. 171) mit dem sie tragenden Stamme in keiner Gefäße enthaltenden Stengkeit stehen, daß die in diesen Blättern und Zweigen verarbeiteten Säfte von da bis an das äußerste Ende der Wurzeln durch die Rinde herabsteigen, auf deren Oberfläche sich eine halbflüssige Materie absetzt, in welcher sich die Gewebe organisiren. Gauchebaue nimmt dagegen an, „daß sich aus „den verarbeiteten und theilweise organisirten Säften „(dem Cambium) aus den noch flüssigen Geweben „bei dem Herabsteigen Knospen auf den Zweigen, „Zweige auf den Stämmen, und Stämme auf den „Wurzeln durch eine Verlängerung bilden und fest „werden, die der der Wurzeln ähnlich, wenn nicht „ganz dieselbe ist." Kann man nun zwischen seinen im halbflüssigen Zustande herabsteigenden Geweben und unsern Geweben, die sich in einer halbflüssigen Materie bilden, welche vor herabsteigenden Säften geliefert wird, einen so deutlichen, so wesentlichen Unterschied begründen, daß er zwei einander entgegengesetzte Doctrinen des Leben rufen sollte?

§. 346. Wir mußten uns bei der Untersuchung der dikotyledonischen Pflanzen theils wegen der größeren Leichtigkeit, sie zu studiren, theils weil bei den monokotyledonischen Bäumen das Wachsthum der Stämme in die Dicke aus Mangel an seitenständigen Knospen gewöhnlich früh aufhört, verweilen. Ueberdies hatte die Abweichheit einer eigentlichen Rinde, so wie die permanente Verbindung der Saftgefäße und der dem Baste ähnlichen Fasern mit den Gefäßen und Fasern des Holzes in einen und denselben Büschel und der gewundene Gang dieser Büschel in dem Inneren des Stammes, die Erörterung der Thatsachen verwickelter und dunkel gemacht. Wir verweisen also ganz einfach auf das, was wir früher über diesen Gegenstand (§. 96), so wie über das Wachsthum der akotyledonischen Bäume (§. 107) gesagt haben.

Kurze Zusammenstellung.

§. 347. Bei dem Zusammenfassen alles dessen, was wir bisher über die Verrichtungen der Vegetation gesagt haben, können wir in wenigen Worten das, was in den Pflanzen, und das, was in den Thieren vorgeht, vergleichen. Bei dieser Vergleichung müssen wir diejenigen bei Seite lassen, welche in beiden Reichen die unvollkommenste Organisation haben, bei denen auch diese Verrichtungen unvollständig und in den meisten Fällen sehr undeutlich sind.

§. 348. 1) Die Pflanze saugt durch die Endspitze ihrer Wurzeln Körper ein, die im flüssigen Zustande von außen kommen, Körper, welche rein unorganisch sind, nämlich Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff, in der Gestalt von Wasser, von Kohlensäure, von Ammoniak, sowie auch einige andere von metallischer Natur; 2) diese Letzteren behalten ihre Natur in dem Inneren der Gewebe; die ersteren gehen aber in demselben mannigfaltige Verbindungen ein, woraus andere zusammengesetztere Körper entstehen, die man organisch nennen kann, und die dazu geeignet sind, das constituirende Material der Pflanze, wie z. B. das Stärkemehl, zu werden. 3) Diese Materialien werden nun ihrerseits unter dem Einflusse des Athmens und der Absonderungen so modificirt, daß sie allen Erzeugnissen des Organismus das Entstehen geben. Man muß alle diese Verbindungen so auffassen, als ob sie nicht unter den vier genannten elementarischen Körpern, sondern unter den organischen Zusammensetzungen stattfinden, welche jene, wenn sie einmal in die Pflanze geschafft sind, unter dem Einflusse des Lebens gebildet haben. Diese Zusammensetzungen sind es, welche man die unmittelbaren Grundstoffe der Pflanzen nennt.

§. 349. Bei der Ernährung der Thiere finden diese ersten, vorbereitenden Operationen für die Nahrungsmittel nicht Statt, weil es immer vegetabilische oder animalische, und demnach schon mehr oder weniger organische Substanzen sind. Der neue Grad von Verarbeitung, den sie in dem thierischen Körper erlangen, setzt den von den Pflanzen angefangenen vegetabilischen Akt fort, der gleichsam einen Kreis durchläuft, wenn das Thier zerstörte diese Substanzen, durch den Gebrauch derselben, und die, welche es durch sein Athmen (§. 239) und seine Ausscheidungen (§. 310) auswirft, sind gerade die unverarbeiteten Stoffe, die erste Nahrung der Pflanze.

§. 350. Die Pflanze saugt ihre Nahrungsmittel aus der Erde durch die äußerste Spitze der letzten Wurzelverästungen ein; das Thier saugt die seinigen durch die letzten Verästungen der Blutader- und lymphatischen Gefäße in dem Darmkanale ein. Zuvor haben sie aber in diesem Kanale eine erste Vorbereitung durch den Verdauungsakt erhalten, einen Akt, der so wie seine Organe in dem Leben der Pflanze gänzlich fehlen muß,* da ja alle Operationen, durch welche die Stoffe in dem Schoße der Erde aufgelöst und dadurch tauglich sind, von den Wurzeln eingesogen zu werden, ganz von dem Gebiete des Lebens ausgeschlossen sind.

§. 351. Wenn wir aber zu den darauffolgenden Akten der Ernährung übergehen, so finden wir einen gewissen Parallelismus in den beiden Reichen. Bei dem Thiere werden diese Stoffe, die im flüssigen Zustande von den mit dem Darmkanale in Berührung stehenden Gefäßen eingesogen, in die Masse des Blutes, und mit diesem in die Respirationsorgane

* Einige Schriftsteller halten den größeren Theil der Erscheinungen, die wir unter den Ueberschriften: Ernährung und Athmen, beschrieben haben, für Verdauungsakte. Aus ihrem Gesichtspunkte würden die Spaltöffnungen und die Wurzelextremitäten eben so viele Mundöffnungen, die den Nahrungsmitteln den Eingang gestatten, vorstellen, und die Veränderung, die sie sodann in dem Inneren des Pflanzenkörpers erleiden, namentlich die Bindung des Kohlenstoffes würde eine Art von Verdauen sein; das Athmen beschränkte sich auf die Bindung des der Atmosphäre entnommenen Sauerstoffes, und wäre dem der Thiere vollkommen ähnlich. Die Wahrheit dieser Theorien hängt also, wie wir bereits gesagt haben (§. 289), ganz von den Definitionen ab, die man für jede dieser Verrichtungen annehmen will. Man müsse aber alsdann dem Begriffe Verdauung einen weit ausgedehnteren Sinn geben, als der ist, den man bei den Thieren damit verbindet, nämlich die erste Zubereitung, welche die Nahrungsmittel in dem Darmkanale erlitten haben.

geführt, wo sie im Zusammentreffen mit der Luft gewisse Modifikationen erleiden, in Folge deren die Flüssigkeit zur Nahrung tauglich, und vermöge einer rückgängigen Bewegung in alle Theile des Körpers geführt wird, wo sie flattindet. Bei der Pflanze werden die von den Wurzeln eingesogenen Flüssigkeiten durch die centralen Theile zu der Peripherie, dem Sitze des Athmens geführt, * und erleiden in der Berührung mit der atmosphärischen Luft neue Modifikationen, in Folge deren sie sich mit neuen, wesentlich ernährenden Eigenschaften ausgestattet, auch in einer rückgängigen Bewegung nach allen Theilen verbreiten. Es findet also in dem einen, wie in dem andern Falle ein Fortschaffen der von außen kommenden Stoffe nach dem Athmungsorgane, und sodann von diesem nach allen Punkten des zu ernährenden Körpers Statt. Die Flüssigkeiten, welche von der Rinde geliefert werden, und die hauptsächlich in den Saftgefäßen circuliren, können demnach, dis auf einen gewissen Punkt hin, mit dem arteriellen Blute, diejenigen hingegen, welche von den Wurzeln durch den holzigen Mittelpunkt hergeigeschafft werden, mit der von dem Milchsafte (Chylus) gelieferten Flüssigkeit verglichen werden. Vermischt sich der Theil der nährenden Flüssigkeit, die nun derjenigen Stoffe beraubt ist, welche zur Ernährung gedient haben, in den Pflanzen wieder mit der circulirenden Masse, wie dies bei den Thieren der Fall ist, wo er das Venenblut und wahrscheinlich die Lymphe bildet? Dies ist sehr wahrscheinlich, und scheint aus dem häufigen Einsaugen der Pflanzengewebe, das man beobachten konnte, geschlossen werden zu können. Demungeachtet kann man aber doch nichts Positives behaupten, weil die Verschmelzung der Wege, welche der Circulation der Säfte in der Pflanze offen stehen, gar zu groß ist.

Wenn wir auch wirklich von der Untersuchung der Verrichtungen im Allgemeinen und ihrer Produkte zu der der Organe übergehen, durch welche sie bewerkstelligt wird, so hört jede Aehnlichkeit auf. Die Pflanzen zeigen uns nicht jene Systeme von regelmäßig verästeten Gefäßen, wie bei den Thieren, welche den Lauf des Nahrungssaftes klar angeben, noch einen Mittelpunkt, wo er den Impuls bekommt, der seine Bewegung erzeugt. Die Abwesenheit irgend eines zusammenhängenden Organs hat eine wesentliche Verschiedenheit in der Ursache und der Natur dieser circulirenden Bewegung zur Folge.

§. 352. Wir haben bereits (§. 289) das Athmen in den beiden Reichen verglichen und gezeigt, wie es in beiden gerade umgekehrt vor sich gehe. Wir haben angegeben, wie sich seine Organe, je nachdem es unter dem Wasser (§. 290), oder in freier Luft vor sich geht, modifiziren, und haben aus diesem Gesichtspunkte eine gewisse Analogie der Pflanzen mit den Thieren, je nachdem sie in dem einen oder dem andern Mittel leben, herausgehoben, indem wir die untergetauchten Blätter mit den Kiemen, die in der Luft befindlichen mit der Lunge oder noch besser mit dem Körper der Insekten verglichen (§. 279), den seine Luftgefäße durchziehen, die mit außen durch die Poren in Verbindung stehen. Wir haben in den Spaltöffnungen etwas Aehnliches mit diesen Poren gefunden. Aber in dem übrigen Theile des Athmungsapparates findet eine wesentliche Verschiedenheit Statt, weil bei den Thieren die Luft eine Reihe verästeter Gefäße (Luftröhrenäste, Luftgefäße) durchzieht, und durch ihre Wände auf das in den Capillargefäßen, die an ihrer Oberfläche hinkriechen, enthaltene Blut wirkt, während sie bei den Pflanzen durch eine Reihe von Höhlungen geht, die von dem Zwischenraume der mehr oder weniger weit von einander entfernten Zellen gebildet wird (§. 127), und auf die in diesen Zellen enthaltene Flüssigkeit wirkt. Man könnte einen Theil des Athmungsapparates der Vögel, der sich von den Lungen nach allen Theilen des Körpers hin erstreckt, und sie durch eine Reihe großer in dem Zellgewebe befindlicher Gruben mit der circulirenden Luft in Verbindung bringt, mit dieser Anlage vergleichen. Wir haben auch die Aufmerksamkeit auf eine andere Grundverschiedenheit gelenkt, welche bei dem Athmen der Pflanzen im Vergleiche mit dem der Thiere flattfindet, daß nämlich dieses ohne Unterbrechung das ganze Leben hindurch in der Dunkelheit wie bei der Tagesbelle vor sich geht, während jenes nur bei dem Lichte flatt hat (§. 283), dessen chemische Strahlen sogar an den neuen Verbindungen, die unter seinem Einflusse gebildet werden (§. 284), Theil zu nehmen scheinen.

§. 353. Was die Ausdünstung an der Oberfläche des Körpers anbetrifft, so haben wir gefunden, daß es eine allgemeine gebe, die sich über die ganze Fläche der Pflanze verbreitet, die aber nicht sehr bedeutend ist und größtentheils von äußeren Umständen abhängt, jene unmerkliche Ausdünstung, die man ganz natürlich mit der Ausdünstung an der Oberfläche der bei thierischen Körpers vergleichen kann. sodann eine andere thätigere, welche das Athmen begleitet und bloß auf den nämlichen Wegen flattfindet und die wir mit der Ausdünstung durch die Lungen verglichen haben (§. 291).

§. 354. In Beziehung auf die Absonderungen finden wir eben diesen so häufig vorkommenden Unterschied zwischen den Geweben der Organe bei den Thieren und bei den Pflanzen wieder, welche bei den ersten durch ein Netz von Gefäßen, bei den zweiten durch einen Haufen von Zellen gebildet wird. Diesen letztern Bau zeigen uns die Drüsen der Pflanzen, die bloß mit den einfachsten von denen der Thiere verglichen werden können, wovon die meisten überdies mit ausscheidenden Kanälen versehen sind, welche man bei den ersteren nicht bemerkt. Wir haben bei den Pflanzen keine gewisse, constant vorkommende Ausscheidungen wahrgenommen, so wie dies bei den Thieren flattindet; diejenigen aber, deren Vorkommen bei der Mehrheit dieser Thiere eben so allgemein ist, scheinen hauptsächlich mit der Verdauung, einer Verrichtung, welche bei den Pflanzen nicht vorkommt, in Verbindung zu stehen. Uebrigens ist es, wegen der großen Gleichförmigkeit des Pflanzengewebes so schwierig, alle die zu unterscheiden, welche eine besondere Flüssigkeit absondern können und den weiteren Gang dieser Flüssigkeiten mitten unter den andern zu verfolgen, daß noch eine große Ungewißheit in Beziehung auf die Absonderungen und Ausscheidungen der Pflanzen obwaltet.

§. 355. Wir wollen also daraus den Schluß machen, daß, wenn eine gewisse Analogie in der Reihe der wichtigen Akte, welche die Funktionen der Ernährung bei den Pflanzen und den Thieren begründen, sie beinahe gänzlich in den organischen Apparaten verschwindet, denen diese Verrichtung obliegt, Apparate, welche sich bei den ersteren deutlich und bei den zweiten sehr verworren erklären lassen, daß die Kräfte, welche dieselbe bestimmen, großentheils verschieden sind, daß man endlich bei den daraus entspringenden Produkten so combinirte Verschiedenheiten bemerkt, daß die beiden Reiche einen beständigen Austausch unter sich flattfinden lassen können, ein immer bereites Gegengewicht, um ein bewundernswerthes Gleichgewicht mitten in der Unordnung zu erhalten, die sonst die Lebensbewegung dieser großen Menge organischer Wesen unaufhörlich in der Natur verbreiten würde.

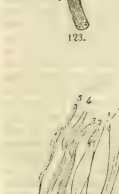
* Sie erleiden auf diesem Wege einen ersten Grad der Verarbeitung, der sie zu organisiren anfängt, und wovon wir nichts Analoges bei den Thieren suchen zu dürfen, wo die nährenden Theilchen schon im Voraus organisch sind.

Blüte.

§. 355. Durch die Untersuchung des Blütenstandes und des Blühens schon vorläufig darauf geleitet, von der Blüte zu sprechen, haben wir sie bisher nur im Allgemeinen, und als ein Ganzes betrachtet, das wir nicht in seine Theile zerlegt haben, wir haben sie mit einer Knospe oder Blattrosette (§. 190) verglichen, jedoch dabei bemerkt, daß sich diese neuen Blätter gewöhnlich mehr oder weniger, durch ihre Gestalt, ihre Farben, ihre Größe, kurz durch ihr ganzes Aussehen von denen des Stammes unterscheiden. Sie unterscheiden sich auch nicht weniger durch ihre Verrichtungen von denselben, und diese Summe von Verschiedenheiten hatte natürlicher Weise die alten Botaniker veranlaßt, sie als ganz besondere Organe zu betrachten. Warum hat man in einer neuern Zeit Blätter in den verschiedenen Theilen der Blüte gefunden? Weil man alle Uebergänge von den einen zu den andern beobachtet und sich nothwendig auf diese Gleichheit gestützt hat, indem man auch hier die (§. 235) aufgestellten Regeln zu Bestimmung der oft unter so ganz unähnliche Gestalten verhüllten Organe anwandte. Dies werden übrigens einige Exempel deutlicher machen.

§. 356. Wir nehmen also die schönste Blüte, die von Natur und bei uns wild wächst, die Blüte des weißen Nenuphar (Nymphaea alba, Fig. 223), die wir häufig auf der Oberfläche stehender Wasser ihre breite Rosetten von Blättern, die am Umfange der Blüte grün, in der Mitte gelb und in dem Zwischenraume weiß sind, entfalten sehen. Die grünen haben diese Farbe nur an ihrer äußern Oberfläche, während die innere weiß ist; der Zahl nach sind es bloß vier (cccc), ihre Gestalt ist die eines verlängerten Eies. Die zahlreichen Blättchen, welche auf sie folgen (pppp) sind auf ihren beiden Flächen weiß, die äußern haben die nämliche Gestalt, und sind eben so lang oder etwas länger als die grünen, die innern werden immer kürzer. Näher gegen den Mittelpunkt (e) hin, werden sie gelb, und immer schmäler, und gehen stufenweise von der eiförmigen Gestalt, die wir an den weißen beobachtet haben, in die eines schmalen Bandes über. Zu gleicher Zeit

123.



123.

223. Blüte des Nenuphar (Nymphaea alba) von oben gesehen und vielmal kleiner als in der Natur: — cccc die vier Kelchblättchen; — pppp Blumenblätter; — e Staubgefäße; — s Stempel. — Man kann die Gestaltabstufungen der Theile von außen nach innen verfolgen und überdies hat man eine Reihe von modificirten Blättern, von dem grünen Kelchblatte c und dem weißen der Blumenkrone p 1. bis zu den Staubgefäßen, die durch die Gestaltsverschiedenheit e, 4. 5. immer mehr charakterisirt werden, besonders gezeichnet.

bemerkt man eine Abänderung, die immer deutlicher an ihrem oberen Ende wird, und welche zwei Verdickungen, gleichsam zwei der Länge nach laufenden Falten zeigt, die sich um so mehr verlängern, je mehr man sie an den Blättchen aufsucht, die mehr nach innen liegen, und welche endlich mehr als die Hälfte ihrer Länge (e, 4. 5.), und die ganze Dicke dieser Hälfte einnehmen, während man sie anfänglich kaum an dem etwas verdickten Ende der äußersten Blättchen wahrnahm (e, 1.). In der Mitte befindet sich endlich ein Kreis von gelben Körpern (s), die weit kürzer, als die vorhergehenden sind, und wovon jeder auch aus einer, aber einfachen und nicht mehr doppelten Verdidung besteht; sie bilden die Krone eines weit größeren Centralkörpers, der, quer durchschnitten, im Innern eine Höhlung zeigt; diese Höhlung ist durch Scheidewände, die wie Radien auslaufen, und welche der Zahl nach den gelben Körpern in der Krone gleich sind, eingetheilt. Diesen Centralkörper nennt man Stempel oder Pistill; wir finden keine augenscheinliche Aehnlichkeit zwischen ihm und allen soeben beschriebenen Theilen; zwischen diesen hingegen unter sich findet unbestreitbar eine Statt, weil ihre Reihenfolge alle stufenweisen Uebergänge von den äußern zu den innern Theilen zeigt. Doch unterscheidet man unter ihnen die Hauptmodifikationen, die wir angegeben haben; und nennt Kelch alle grünen Blättchen zusammen genommen; Blumenkrone, das Ganze der weißen Blättchen, wovon jedes einzelne den Namen Blumenblatt erhält; Staubgefäße alle gelbe, oberhalb verdickten Theile, und welche in einem mehr oder minder großen Raume eine doppelte Falte zeigen. Bei den meisten andern Blüten rechtfertigen die scharf abstechenden Verschiedenheiten dieser verschiedenen Theile das Unterscheiden derselben durch verschiedene Namen. Bei der Blüte des weißen Nenuphar sind sie nicht so deutlich und in der Reihe der Zwischenformen von dem Kelchblättchen an bis zu dem innersten Staubgefäße wäre es sehr schwer, einen Punkt anzugeben, wo eine Ordnung von Organen aufhört, und wo eine andere anfängt, so daß dieses Beispiel und berechtigt, in den Kelchblättchen, in den Blumenblättern und in den Staubgefäßen ein und dasselbe nur mehr oder weniger stark modifizirte Organ zu erkennen.

§. 357. Ist aber dieses Organ ein Blatt? Wir dürfen gar nicht zweifeln, daß die Deckblätter (§. 226) abgeänderte Blätter seien, so häufig kommt ihr Uebergang in einander vor und so offen zeigt er sich in unmerklichen Abstufungen. Nun ist es aber der Uebergang der Deckblätter in Kelchblättchen nicht weniger, und in vielen Fällen wird es sogar unmöglich, sie von einander zu unterscheiden. Als Beispiel wollen wir die Pfingstrose, den Erbsenwürger u. s. w. anführen. In andern Fällen, z. B. in der Rose (Fig. 216 und 369, cf) haben die Kelchtheile sogar die Form eigentlicher Blätter, und der Name Blättchen, den sie schon seit langer Zeit erhalten haben, beweist hinlänglich, daß diese Aehnlichkeit unsern Vorgängern nicht entgangen war.

§. 358. Also bloß in den Theilen des Stempels haben wir noch keine Blätter erkennen können. Wenn sich aber auch bei dem Nenuphar der Grad ihrer Verwandlung noch so vollständig verhüllt hätte, so werden uns andere Beispiele dagegen zeigen, daß sie es nicht immer in demselben Grade sind, und daß sie es sogar oft weniger als die Staubgefäße sind.

Wir wollen eine Magnoliablüte, z. B. die der Yulan, nehmen, die jetzt ziemlich häufig in den Gärten gezogen wird. Sie entwickelt sich aus einer blütenscheidigen Hülle, die aus zwei grünen, wolligen Deckblättern besteht, und zeigt alsdann eine Rosette von neun großen, ganz weißen Blättchen, sodann inwendig auf einer verlängerten Achse einen Haufen

schmaler, in eine Spitze auslaufender Körper; die untern sind gelb und verengen sich an ihrem untern Theile in einen Faden, die obern sind grün und dagegen an ihrer Grundfläche aufgeschwollen, die inwendig hohl ist, und deren Aufschwellen also einer verschlossenen Höhlung entspricht; wenn wir diese Blüte mit der Blüte des Nenuphar vergleichen, so finden wir an den weißen Blättchen die des Kelchs und der Blumenkrone wieder, die sich hier nur durch ihre relative Stellung unterscheiden lassen; in den gelben Körpern die Staubgefäße, deren Gestalt hier für alle dieselbe ist und deutlich von der Gestalt der Blumenblätter absticht. Die grünen Körper, welche den obern Theil der Achse bedecken und den Mittelpunkt der Blüte einnehmen, entsprechen vermöge ihrer Lage dem, was wir den Stempel oder Pistill genannt haben. Hier besteht er aber aus einer großen Menge abgesonderter Körper, aus oder so vielen kleinen Blättern, die gleichsam um sich selbst gerollt sind. In der Blüte einer mit den Magnolien verwandten Gattung, des virginischen Tulpenbaumes (Lyriodendron tulipifera), haben wir außen drei grüne Kelchblättchen, sodann in zwei Reihen sechs gleichfalls grüne, aber roth gefleckte Blumenblätter, weiter innen eine große Menge Staubgefäße gefunden, die unten fadenförmig verengt sind (Fig. 224, e) und den untern Theil einer centralen Achse a einnehmen, deren übriger Theil mit kleinen, grünen cc, Fächern, an ihrer Spitze verdicken, an ihrer untern Fläche, an welcher sie sich mit einander verschmelzen, bis sich zur Zeit der Reife alle diese Platten vollständig von einander ablösen, aufgeschwollenen und hohlen Blättern bedeckt ist. Dies sind die Theile, welche das Pistill ausmachen, und wovon jeder den Namen Karpell oder Früchtchen erhalten hat. Wir können sie in der Folge dieser Darstellung gleichfalls Fruchtblätter nennen.

224.

§. 359. An diesen verschiedenen, bisher gewählten Beispielen ist die spiralförmige Anlage dieser Reihe von Theilen, welche die Blüte ausmachen (Kelchblättchen, Blumenblätter, Staubgefäße, Karpelle), ganz ersichtlich, und es geht daraus für die des Nenuphar, wo die Achse, auf welcher alle diese Theile vorkommen, äußerst verkürzt ist, eine Rosette hervor, welche ganz derjenigen ähnlich ist, die wir Fig. 156 abgebildet haben; bei den Blüten der Magnolia und des Tulpenbaums, wo diese Achse sehr verlängert ist, stellt sich eine Anordnung heraus, die mit der, welche wir Fig. 158 angegeben haben, verglichen werden kann. Diese Zusammenstellung der Blütentheile kann hinreichen, um eine gewisse Analogie zwischen ihnen und den Blättern erkennen zu lassen, wenn die anderswo von uns aufgestellten Regeln richtig sind.

§. 360. Bei den meisten Blüten zeigt sich die spiralförmige Anordnung der Theile bei weitem nicht so deutlich, und dies aus mehreren, leicht erklärlichen Ursachen. Die sie tragende Oberfläche bildet keine verlängerte Achse, wie bei der Magnolia und dem Tulpenbaume, oder sie dehnt sich nicht in die Breite aus, wie bei dem Nenuphar; in diesem Falle fügen sich die in einen kleinen Raum eingengten Theile in Punkten ein, die zu nahe an einander stehen, als daß ihre relativen Stellungen deutlich angegeben sind, oder daß sie dieselbe streng in ihrer oft ungleichen Entwicklung behalten. Es ereignet sich hier im Kleinen, was sich in einer Pflanzung im Großen zeigt; sind die Bäume in geboriger Entfernung von einander gesetzt, so sieht man gleich bei dem ersten Blicke ihre allgemeine Anordnung; stehen sie zu enge auf einander, wie in einer Baumschule oder in einem Holze, so wird es schon schwer, diese Anordnung wahrzunehmen, selbst wenn sie nach einem regelmäßigen Plane gemacht wurde; sie verliert sogar mit der Zeit diese Regelmäßigkeit, weil unter diesen Bäumen, besonders wenn sie nicht von derselben Art sind, die einen die andern überwachsen oder zurückgedrängt oder sogar erstickt haben werden.

Ueberdies hat die Oberfläche, die sich der Einfügung der Blütetheilchen darbietet, nicht immer eine vollkommene Regelmäßigkeit, wie die eines Cylinders, eines Konus oder einer kreisrunden Fläche und dieser Fehler kann dann einen ähnlichen in den Stellungsverhältnissen der Theile zur Folge haben.

In den von uns gewählten Beispielen machte die große Anzahl dieser Theile, die auf einer ausgedehnten und regelmäßig entwickelten Fläche stehen, es möglich, die vielfachen und secundären Spiralen auf eine leichte Art nachzuweisen, aus welchen man sodann auf das Dasein einer einzigen, ursprünglichen Spirale schließen konnte (§. 159). Nehmen wir aber auf einen Augenblick an, daß wir in einem von diesen Beispielen, in der Blüte des Tulpenbaums, uns damit begnügt hätten, bloß die fünf Staubgefäße, oder die fünf weiter unten liegenden Karpellen mit einander zu vergleichen, so wäre es uns sehr schwer gewesen, die kleinen Unterschiede in der Höhe aufzufassen, die zwischen ihren Einfügungen stattfinden und wir hätten geglaubt, daß alle fünf auf einem einzigen Kreise stehen. Dies ereignet sich nun bei den meisten Blüten, bei denen die Zahl der Theile weit beschränkter ist, als bei denen, die uns zu Beispielen dienten. Die der Zahl nach reduzirten Karpellen scheinen in gleicher Höhe zu entstehen; die Staubgefäße, die gleichfalls auf eine geringere Zahl gebracht sind, scheinen kreisförmig um diese herum zu stehen und ebenso die Blumenblätter und Kelchblättchen in zwei andern concentrischen Kreisen. Bald kann man auch an einigen Zeichen, die wir später kennen lernen werden, unbedeutende Ungleichheiten in den relativen Höhen dieser gleichartigen Blättchen in Beziehung auf einander erkennen; bald sind wirklich keine vorhanden und diese Theile der Blüte gehören sodann in die Klasse der ganz quirlichen Blätter. Da sie in beiden Fällen beinahe gleiches Ansehen haben, so glaubte man, daß sie quirlartig geordnet seien, und ist demnach darin übereingekommen, mit diesem Namen die Gruppen der verschiedenen Organe zu bezeichnen, den wir bereits in der Blüte angegeben haben. Ist die Blüte vollständig, so besteht sie aus vier Quirlen, dem des Kelches, dem der Blumenblätter, dem der Staubgefäße und dem der Karpelle, deren Vereinigung das Pistill bildet.

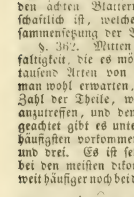
§. 361. Wenn die Blüte ganz regelmäßig und zu gleicher Zeit ganz vollständig ist, so werden in jedem dieser verschiedenen Quirle die Theile der Zahl nach gleich sein, und alsdann finden wir das Gesetz wieder, das wir in den Verhältnissen der Blätter von zwei obenstehenden Quirlen als allgemein angegeben haben, nämlich die Wechselständigkeit der Blätter des einen mit denen des andern (§. 164). Wir wollen dies an einem Beispiele zeigen. Die Blüte der Crassula lucida, rubens (Fig. 225, 235) u. s. w. zeigt 1) einen Kelch, der aus fünf grünen, gleichen, kreisförmig stehenden Blattzüngelchen besteht (Fig. 225, cc); 2) eine Blumenkrone von fünf rosarothlichen und längeren Blumen-

224. Centraler Theil der Blüte des Tulpenbaums, der aus Karpellen ee besteht, deren Gesammtheit das Pistill bildet. Sie bedecken den obern Theil einer Achse a und unten fügen sich zahlreiche Staubgefäße ein, von denen man einige ee gelassen und andere e weggenommen hat, deren Einfügungen kleine Narben auf der Achse in a zurückgelassen haben. Diese Staubgefäße sind unterweibig und auswärts angeheftet.

225.

blättern p p, die in einer etwas weiter einwärts stehenden Reihe und genau in den fünf Zwischenräumen entstehen, welche die fünf Blattzüngelchen von einander trennen; 3) fünf Staubgefäße e e e in den Zwischenräumen der Blumenblätter, welche demnach vor den Zertheilungen des Kelches stehen; 4) fünf Karpellen o o, welche sternförmig geordnet, mit den Staubgefäßen wechselständig sind und sich demnach vor den Blumenblättern befinden. Wir wollen noch beifügen, daß diese Karpellen, besser als alle die in den vorher angeführten Beispielen, einen richtigen Begriff von der blattartigen Natur dieses Organs geben können. Jedes hat die Gestalt eines kleinen gefalteten Blattes, das seinen Mittelnerven nach außen und seine beiden Ränder, die sich berühren und sich während der Blütezeit vereinigen, um sich später von einander zu entfernen, einwärts kehrt. Daher ist also bei Quirlen, die aus einer gleichen Anzahl von Theilen bestehen, Wechselständigkeit dieser Theile von einem Quirle zu dem zunächststehenden, Gegenständigkeit hingegen dieser Theile von zwei zu zwei Quirlen ein Gesetz, das den ächten Blattern, so wie auch denen gemeinschaftlich ist, welche in ihrer Modifizirung die Zusammensetzung der Blüte ausmachen.

§. 362. Mitten in dieser erstaunlichen Mannigfaltigkeit, die es möglich macht, an der Blüte so viel tausend Arten von Blüten zu unterscheiden, mußte man wohl erwarten, eine große Verschiedenheit in der Zahl der Theile, woraus die Blütenquirle bestehen, anzutreffen, und dem ist auch wirklich so. Dem ungeachtet gibt es unter diesen Zahlen zwei, welche am häufigsten vorkommen und dies sind die Zahlen fünf und drei. Es ist sehr bemerkenswerth, daß die erste bei den meisten dikotyledonischen Pflanzen, die zweite weit häufiger noch bei den monokotyledonischen vorkommt.



226

Die Blüte der Crassula, die wir soeben beschrieben haben, kann als ein Typus der ersteren, die der Lilie (Fig. 248), der Tulpe, der Squilla und der meisten Liliaceen als Typus der zweiten angeführt werden. Diese Blüte besteht aus einem Quirl von drei Blättchen (Fig. 226, p′ p′ p′), ferner von drei andern (p″ p″ p″) auf einem mehr nach innen liegenden Kreise, die mit den ersten wechselständig und denen sie mehr oder weniger ähnlich sind; aus drei Staubgefäßen (e), die mit den ersten gegenständig sind; sodann aus drei andern (e″), die mit den zweiten gegenständig sind, und demnach etwas weiter nach innen stehen, endlich aus drei im Mittelpunkte der Blüte verwachsenen Karpellen (o), die mit den Blättchen und den inneren Staubgefäßen wechselständig sind. Man kann diesen Typus also ansehen, als bestünde er aus fünf dreizähligen Quirlen, aus zwei Quirlen von Kelchblättchen, zwei von Staubgefäßen und einem von Karpellen.

§. 363. Verwachsen der Mitterheile. — Zwei Blüten, bei welchen die Zahl der Quirle, so wie die der Theile, welche jeden derselben ausmachen, gleich ist, können sich durch viele Kennzeichen, durch Verschiedenheit in Größe, Gestalt und Farbe unterscheiden. Eines von denen, die am meisten zu Bestimmung der mannigfaltigen Verbindungen beitragen, ist die Vereinigung oder das Verwachsen der zunächst stehenden Theile, so daß sie nur noch ein einziges Stück anstatt mehrerer, abgesonderter Theile auszumachen scheinen. Bei den Blüten, die wir vorher anführten, haben wir trotz der Sorgfalt, nur solche zu wählen, bei welchen alle Theile, wie die Blätter eines Zweiges, unabhängig wären, doch schon einige dieser Verwachsungen angetroffen; nämlich die der Karpellen des Nenuphar und der Squille, so daß das Pistill einen, dem Anscheine nach einfachen Körper bildet; ferner die der Kelchblättchen der Crassula, die sich in eine Art von Schale an ihrer Grundfläche verschmelzen. Diese Arten von Verwachsungen kommen bald an einem Punkte, bald an einem andern, bald an mehreren zugleich häufig vor. Wir wollen auf eine allgemeine Weise die Hauptmodifikationen, welche daraus entspringen können, untersuchen.

§. 364. Zwischen den Theilen eines und desselben Quirls kann das Verwachsen, und zwar, wie man dies gleich von vornen herein einsieht, in verschiedenen Graden stattfinden, wodurch sie mehr oder weniger innig mit einander verschmolzen werden, oder ihre wesentliche Unabhängigkeit mehr oder minder sichtbar wird. Es können also auf diese Weise die Stücke des Kelches an ihren Rändern bis auf eine mehr oder minder große Höhe mit einander verwachsen sein, oder dies kann bei den Blumenblättern eintreten. In diesem Falle nennt man den Kelch einblättrig (monophyllus), eine Benennung, die wir schon in einem ähnlichen Falle für die, eine Hülle bildenden Deckblätter angewandt gesehen haben (§. 231); die Blumenkrone einblumenblättrig (monopetalus), im Gegensatze mit den Benennungen vielblättrig (polyphyllus), vielblumenblättrig (polypetalus), durch die man den entgegengesetzten Zustand bezeichnet, in welchem alle Blättchen oder Blumenblätter, die in mehrjacher Zahl den Kelch oder die Blumenkrone ausmachen, unabhängig und ganz von einander getrennt sind. Man hat die ersteren Ausdrücke mit Recht getadelt, die der Etymologie zu Folge (μονος, einzig) bloß anzuzeigen scheinen, daß nur ein einziges Blättchen, ein einziges Blumenblatt da sei. Sie sind aber schon so lange Zeit und so allgemein angenommen, daß es gut ist, sie beizubehalten, wenn man nur daran denkt, daß der sogenannte Kelch oder die sogenannte Blumenkrone zusammengesetzt sind, und nicht aus einem einzigen Theile, sondern aus mehreren, mit einander zu einem einzigen Theile verwachsenen Theilen bestehen. Man hatte die Namen gamophyllus (verwachsenblättrig) gamopetalus, (verwachsenblumenblättrig) (von γαμος, Hochzeit, Vereinigung) für die vorhergehenden vorgeschlagen; außer dem Nachtheile aber, neue Namen alten, längst gebrauchten zu unterschieden, könnte man ihnen selbst in Beziehung auf das Passende einen Vorwurf machen, wie wir bei der Untersuchung der Entwicklung dieser Theile sehen werden (§. 421). Wir wollen so viel als möglich die alten Benennungen, nachdem wir dieselbe gehörig definirt haben, beibehalten, wodurch alle Nachtheile ihrer Uneigenthümlichkeit entfernt werden.

225. Blüte von der Crassula rubens: — c c Kelchblättchen; — p p Blumenblätter; e e Staubgefäße; o o Karpelle; jedem derselben entspricht nach außen ein kleines schuppenförmiges Anhängsel a. — Der Herzionaschnitt oder Diagramm von dieser Blute ist in Figur 234 abgebildet.

226. Blüte der Scilla italica von oben gesehen: — p′ p′ p′ die drei äußeren Blattchen der Blütendecke; — p″ p″ p″ die drei inneren Blättchen; — e Staubgefäße, die mit den äußern oder äußern gegenständig sind; — e″ Staubgefäße, die mit den zweiten oder innern gegenständig sind; — o o in einen einzigen verwachsene Griffel; — s Narbe, in einen einzigen verschmolzene Griffel. — Man kann Fig. 233, b, das Diagramm einer ganz ähnlichen Blüte sehen.

§. 365. Das Verwachsen kann zwischen den Staubgefäßen stattfinden. Sind sie nach Art der Blumenblätter erweitert, so können sie sich auf die gleiche Weise an ihren Rändern vereinigen (Fig. 272) häufiger verengen sie sich aber in Fasern, die sich nur, wenn sie recht zahlreich sind, berühren und verwachsen, und alsdann ist es gewöhnlich, daß sie sich nicht in einen einzigen Cylinder, sondern in mehrere Büschel oder Brüderigkeiten (Adelphien von ἀδελφός, brüderlich) vereinigen (Fig. 238, 322).

§. 366. Endlich kann noch unter den Theilen des am meisten nach innen liegenden Quirls, zwischen den Karpellen, eine Verwachsung stattfinden, und da beide als Flächen und nicht mehr als Ränder erscheinen, da sie überdies den Mittelpunkt der Blüte einnehmen, so ist der Körper, der aus dieser Vereinigung entspringt, ein fester Körper, der dem Anscheine nach weit einfacher ist, als alle übrigen, die wir aus dem Verwachsen der andern Quirle haben hervorgehen sehen.

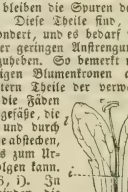
§. 367. Es ist klar, daß alle diese Verbindungen, und zwar um so mehr, je vollständiger sie sind, dahin abzwecken, die blattartige Natur der Theile zu verbergen. An denjenigen dieser Theile, welche ganz unabhängig bleiben, ist es leicht, Blätter zu sehen, besonders wenn sie, auf verschiedenen Höhen stehend, durch die Art und Weise, wie sie sich gegenseitig decken, ihre spiralförmige Stellung beurkunden, wie z. B. die Kelchblättchen eines Helleborus, einer Camellia (Fig. 248, c). Wenn sie an ihrer Grundfläche verwachsen, und an ihrem oberen Theile getrennt sind, so kann man noch, wiewohl schon etwas schwerer, eben so viele Blätter erkennen, wie z. B. in dem Kelche des Borretsch. Dies geschieht aber nur noch aus Analogie, wenn sie mit der Mehrzahl ihrer Ränder oder sogar mit der Gesammtheit derselben so verwachsen sind, daß sie eine Röhre (Kelch der Nelke, Fig. 262, 2. c, des Rhinanthus oder eine Art Schale bilden (Kelch der Pomeranzenblüte).

§. 368. Diese Verwachsungen müssen um so häufiger vorkommen, je gedrängter die Theile eines und desselben Quirls, entweder weil sie breiter sind, oder weil der ihnen bestimmte Raum zu enge ist, auf einander stehen. Es ist also begreiflich, daß die Staubgefäße mit verbreiterten Fäden leichter verwachsen als die, welche fädlich sind; daß die Staubgefäße weniger oft unter einander verwachsen, als die Blumenblätter, die immer weit breiter sind; daß hingegen die Karpelle, die gewöhnlich dicker als die andern Theile, überdies auf einem weit kleinern Theil in der Mitte der Blüte concentrirt sind, gewöhnlicher verwachsen, wenn sich die Achse nicht in die Länge oder Breite gehörig ausdehnt, um ihnen hinreichenden Zwischenraum zu lassen; daß je kürzer und schmächtiger diese Achse ist, die Quirle, die aus ihr entstehen, bei übrigens gleichen Dimensionen ein Streben haben, unter einander zu verwachsen.

§. 369. Aber nicht bloß unter den Theilen eines und desselben Quirls, sondern auch unter den Theilen von zwei verschiedenen Quirlen kann unter dem Einflusse von Ursachen, die den bereits angegebenen ähnlich sind, ein Verwachsen stattfinden. Gewöhnlich verwachsen sie gleichfalls an ihrem untern Theile, wo dieselbe an ihrer Entwicklung weniger Spielraum haben. Die Blütenquirle können auf diese Weise zu zweien (die Blumenkrone mit dem Kelche oder mit den Staubgefäßen) oder zu dreien (der Kelch, die Blumenkrone und die Staubgefäße), oder zu vieren verwachsen. Dieser letzte Fall muß jedesmal eintreten, wenn der Kelch mit dem Pistille verwächst, weil der untere Theil der Staubgefäße und der, in ihrem Zwischenraume liegenden Blumenblätter nothwendig in diesem Verwachsen mitbegriffen sein müssen. Es ist aber äußerst selten, daß das Pistill an einem Verwachsen, bei welchem der Kelch unabhängig bleibt, mit den Staubfäden (Nymphæa alba), oder zu gleicher Zeit mit den Pistillen (Kaspalia) Theil nimmt, obgleich man gerade aus diesen Beispielen sieht, daß diese Verbindung stattfinden kann.

§. 370. Wenn mehrere verschiedene Quirle auf diese Art mit einander verwachsen, so müssen die Theile eines und desselben Quirls sich unter einander vereinigen; dies ist eine fast nothwendige Folge aus dem Gesetze der Wechselständigkeit eines Quirls mit dem andern. Wenn die Theile von zwei Quirlen A und B wechselständig sind, so wird irgend ein Theil von B, der auf diese Weise zwischen zwei Theilen von A liegt, nicht mit diesen Theilen verwachsen können, ohne sie unter sich zu verbinden, wenn sie sich nicht bereits unmittelbar verbunden hatten. Es sind indessen Ausnahmen in dem Falle denkbar, wo dieser Theil von B an einer von seinen Seiten mit einem von den Theilen von A verwachsen würde und dabei von den andern ganz unabhängig bliebe; dies kommt zwar sehr selten vor, aber doch bisweilen, z. B. in den Dianeen. Häufiger sieht man, wie gewisse Stücke der Blüte denen des benachbarten Quirls entweder vermöge einer scheinbaren Verkehrung der Stellungsgesetze, die wir später erklären werden, oder vermöge der Verdoppelung der Stücke eines der beiden Quirle, gegenüberstehen, und in diesem Falle können zwei so vor einander gestellte Stücke leicht Verwachsungen unter sich vornehmen, während sie von denen rechts und links stehenden ganz unabhängig sind. Dies bemerkt man ziemlich häufig unter den Blumenblättern und den Staubgefäßen, die vor sie gestellt sind (Statice armeria, Agrostemma githago und viele andere Caryophylleen).

§. 371. Sehr oft bleiben die Spuren des Verwachsens sehr deutlich. Diese Theile sind, obschon verwachsen, doch abgesondert, und es bedarf sogar in einigen Fällen nur einer geringen Anstrengung, um dieses Verwachsen aufzuheben. So bemerkt man an vielen einblumenblättrigen Blumenkronen auf der Röhre, welche die untern Theile der verwachsenen Blumenblätter bildet, die Fäden der verwachsenen Staubgefäße, die durch ihren Vorsprung und durch ihre oft verschiedene Farbe abstechen, und die man sogar bis zum Ursprunge der Röhre verfolgen kann. (Fig. 227, f, Fig. 326, i). In andern Fällen verschwinden die Spuren des Verwachsens; von den beiden Theilen scheint der innere aus dem andern in dem Punkte zu entstehen, wo er frei wird, und unter welchem die beiden Gewebe sich in ein einziges verschmelzen.



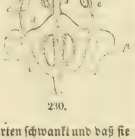
227.

§. 372. Sehr oft bemerkt man aber in dem ganzen Raume, in welchem zwei Quirle auf diese Weise vereint sind, ein besonderes Gewebe, das von dem der Theile, woraus die Quirle bestehen, ganz verschieden ist, ein gewöhnlich drüsiges Gewebe, d. h. ein solches, das in seinem Baue jenen Haufen kleiner, gedrängter und dichter Zellen zeigt, welche die Struktur vieler Drüsen charakterisiren; dieses Gewebe verlängert sich sogar sehr oft in Gestalt eines Wulstes oder eines vorspringenden Ringes darüber hinaus. Wenn man die Oberfläche, welche zwischen dem Kelche und dem Pistille liegt, eine Fläche, der man ehemals den Namen Blütenboden, und in den neueren Zeiten Blumenboden, Blumenwulst oder Torus gab, und

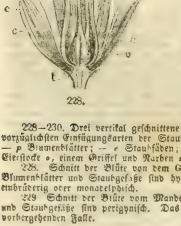
227. Losgemachter Theil von der einblumenblättrigen Blumenkrone p einer Collomia, der einen Streifen der Röhre r, die in zwei Lappen des Saumes l ausgeht, zeigt, und an welchem ein Staubgefäß s eingefügt ist, dessen freier Faden, wenn man von dem Einfügungspunkte t ausgeht, noch unter r bis zu der Grundfläche der mit ihrem Gewebe verwachsenen Röhre wahrgenommen wird.

welche die Theile dieser Blüte trägt, genau untersucht, so findet man oft, daß sie an ihrem Ursprunge von diesem Gewebe überzogen ist, das sich bald in eine oberflächliche Platte ausdehnt, bald sich in concentrischen Vorsprüngen wie die Quirle erhebt. Dieser Vorsprung, den man durch mehrere Ausdrücke, gewöhnlich aber durch Scheibe bezeichnet, gibt in den meisten Fällen den Theilen des entsprechenden Quirls das Entstehen; er könnte in dieser Beziehung mit den Blattwülsten verglichen werden. Die Theile können aus dem freien Rande der Scheibe oder ihrer innern, oder ihrer äußern Fläche entstehen. Sie kann sich mehr oder weniger verlängern und auf diese Weise diese Theile in eine mehr oder minder große Entfernung auf der Oberfläche des Torus bringen. Mehr oder weniger dick, kann sie den oft engen Zwischenraum ausfüllen, der zwei Quirle trennt, und sie wird auf diese Weise zwischen ihnen das gewöhnlichste Mittel des Verwachsens. Auf diese Art trifft man ihr Gewebe so häufig in dem Verwachsen mehrerer Quirle an, des Kelches mit denjenigen, welche weiter innen, als er selbst, stehen, des Pistills mit denen, welche dasselbe von außen umgeben. Asodann findet das Verwachsen nicht mehr an dem untern Theile des Blumenblattes oder des Staubgefäßes, sondern auf der Scheibe statt, die denselben erhöht und ihm zur Grundfläche dient.

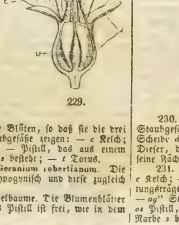
§. 373. **Einfügung der Blütentheile.** — Aus den vorhergehenden Thatsachen, welche den scheinbaren Ausgangspunkt der Blütequirle in Beziehung auf einander mannigfaltig machen, entspringen Verschiedenheiten, die leicht aufzufassen und für die Unterscheidung der verschiedenen Blüten wichtig sind. Da jeder Quirl an dem Punkte anzufangen scheint, wo er abgesondert dasteht, oder sich von den benachbarten Quirlen losmacht; da er, von außen betrachtet, sich in der entsprechenden Höhe auf der allgemeinen Achse, welche die Blüte trägt, einzufügen scheint, so hat man **Einfügungsmerkmale** diejenigen genannt, die aus diesen mannigfaltigen Verhältnissen der Blütenquirle entspringen, die entweder nicht verwachsen oder an ihrem Ursprunge und in einer mehr oder minder großen Ausdehnung auf mannigfaltige Art unter sich verwachsen sind. Vorzüglich das Verhältniß der Staubgefäße und des Pistills, die Hauptheile der Blüte, wie wir bald sehen werden, suchte man durch Namen zu bezeichnen, die erfunden wurden, um diese verschiedenen Einfügungsarten anzugeben. Wenn die Staubfäden mit der Blumenkrone verwachsen sind, so nennt man sie **oberblumenblättrig**, und in diesem Falle betrachtet man die Einfügung der einen wie der andern als dieselbe, wie sie es auch in Beziehung auf den übrigen Theil der Blüte wirklich ist. Wenn die Staubgefäße, sie mögen nun auf diese Weise mit der Blumenkrone verwachsen, oder von derselben unabhängig sein, gleichfalls von dem Kelche und dem Pistille unabhängig sind, so ist es klar, daß sie sich in dem Torus unter diesem Pistille einfügen werden (Fig. 228), und man nennt sie alsdann **unterweibig, hypogynisch** (von ὑπο, unter). Fügen sie sich auf dem Kelche ein (Fig. 229), so stehen sie auf ihm in einer gewissen Höhe über der Grundfläche des Pistills; ihre Stellung erscheint alsdann in Beziehung auf dasselbe nicht mehr unten, sondern seitenständig, und man nennt sie **umweibig, neben-weibig, perigynisch** (von περι, herum); fügen sie sich endlich auf dem Eierstocke selbst ein (Fig. 230), so heißen sie **oberweibig** oder **epigynisch** (von ἐπι, auf, über). Wir haben (§. 368) gesehen, daß in diesem letzten Falle gewöhnlich die vier Quirle zum Theil mit einander verwachsen sind, und daß demnach die Staubgefäße zu gleicher Zeit auf dem Kelche und dem Pistille eingefügt sein werden, was bisweilen die Veranlassung ist, daß man zwischen diesen beiden Einfügungsarten schwankt und daß sie von mehreren Schriftstellern, namentlich von Decandolle verwechselt wurden, welcher **kelchblütig** diejenigen Pflanzen nannte, deren Blüten sich in diesem letzteren Falle befinden, oder Staubgefäße zeigen, die geradezu auf dem Kelche eingefügt sind; **blumenblütig** oder **korallenblütig** diejenigen, wo die Blumenkrone die Staubgefäße trägt, **bodenblütig** oder **fruchtbodenblütig** diejenigen, wo die von einander unabhängigen Quirle unmittelbar auf dem Torus eingefügt sind.


230.

§. 373 (bis). Wir haben soeben gesehen, daß die verschiedenen Blütenquirle in Folge der Verwachsungen, die sie unter sich eingehen und welche sie über



228.

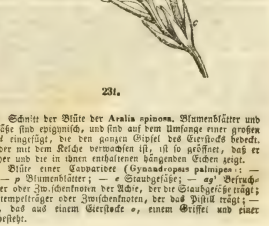


229.

228—230. Drei vertikal geschnittene Blüten, so daß sie die drei vorzüglichsten Einfügungsarten der Staubgefäße zeigen: — *c* Kelch; — *p* Blumenblätter; — *e* Staubfäden; — Pistill, das aus einem Eierstocke *o*, einem Griffel und Narben *s* besteht; — *t* Torus.

228. Schnitt der Blüte von dem Geranium robertianum. Die Blumenblätter und Staubgefäße sind hypogynisch und diese zugleich embrüderig oder monadelphisch.

229 Schnitt der Blüte vom Mandelbaume. Die Blumenblätter und Staubgefäße sind perigynisch. Das Pistill ist frei, wie in dem vorhergehenden Falle.

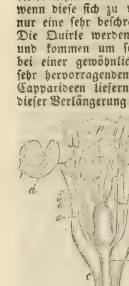


231.

230. Schnitt der Blüte der **Aralia spinosa.** Blumenblätter und Staubgefäße sind epigynisch, und sind auf dem Umfange einer großen Scheibe *d* eingefügt, die den ganzen Gipfel des Eierstocks bedeckt. Dieser, der mit dem Kelche verwachsen ist, ist so geöffnet, daß er seine Fächer und die in ihnen enthaltenen hängenden Eichen zeigt.

231. Blüte einer Caparidee (Cynandropsis palmipes.); — *c* Kelch; — *p* Blumenblätter; — *e* Staubgefäße; — *ag'* Befruchtungsträger oder Zwischenknoten der Achse, der die Staubgefäße trägt; — *ag''* Stempelträger oder Zwischenknoten, der das Pistill trägt; — *o* Pistill, das aus einem Eierstocke *o*, einem Griffel und einer Narbe *s* besteht.

die Stelle auf der Achse setzen, die sie von Natur aus auf derselben einnehmen sollten, mehr oder weniger von einander entfernt sein können; sie können sich aber auch mit Beibehaltung ihrer Beziehungen zu dieser Achse von einander entfernen, und dies geschieht, wenn diese sich zu verlängern fortfährt, obgleich sie nur eine sehr beschränkte Anzahl von Theilen trägt. Die Quirle werden dadurch von einander entfernt und kommen um so höher zu stehen, je weiter sie bei einer gewöhnlichen Blüte mit ebenem oder nicht sehr hervorragendem Torus nach innen stünden. Die Cappariden liefern sehr merkwürdige Beispiele von dieser Verlängerung (Fig. 231). Die Blumenblätter p bleiben beinahe in der nämlichen Höhe wie der Kelch c, aber das Pistill o befindet sich an dem äußersten Ende eines langen Cylinders ag, der sich über die Blüte erhebt und nichts anderes ist, als die so entwickelte Achse, auf welcher der Quirl der Staubgefäße e selbst auf eine sehr große Höhe gebracht werden kann. Bei den Caryophylleen (Fig. 232) sieht man sehr oft, wie die Achse, nach Hervorbringung des Kelchquirls c ihre Entwicklung einige Zeit lang fortsetzt, bevor sie die nachfolgenden Quirle erzeugt, die auf diese Weise auf einer mehr oder minder langen Säule g stehen. Diese absatzförmige Anordnung der Quirle ändert offenbar nichts an den eigentlichen Einfügungsverhältnissen der Theile, sie übertreibt im Gegentheile nur die Unterweibigkeit in den angeführten Beispielen.



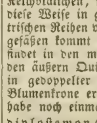
232.

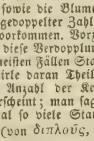
Es sind mehrere Namen vorgeschlagen worden, um diese Zwischenknoten der Blüte, nachdem sie die Blumenblätter, oder die Staubgefäße, oder die Karpelle, oder mehrere von diesen Quirlen zugleich tragen, zu bezeichnen. Der allgemeine Name Stiel (Stipes), den man ehemals allein auf alle diese Fälle anwandte, scheint noch eben so gut, wie der der Achse, auszureichen, den man nach der Länge, Dicke, Gestalt, Richtung des Zwischenknoten durch ein passendes Beiwort abändert oder modifizirt. Der Zwischenknoten, welcher das Pistill auf eine gewisse Weite über die andern Quirle erhöht, kommt am häufigsten vor, und verdient vielleicht einen besondern Namen (§. 483).

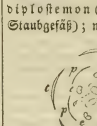
§. 374. **Zahl der Blutetheile.** — Wir haben bereits in allen diesen Verbindungen, und in den verschiedenen Graden, welche jede von ihnen zeigen kann, eine gewisse Anzahl von Merkmalen, durch welche wir eine sehr große Menge von Blüten von einander unterscheiden können. Indessen haben wir bis jetzt die Zahl der Quirle, der Blüte und der Theile, woraus jeder derselben besteht, als constant angenommen; wir haben keinen andern auffallenden Unterschied in dieser Beziehung angenommen, als den zwischen den monokotyledonischen Pflanzen, deren Blüte aus fünf Quirlen, jeder zu drei Theilen (Fig. 226 und 233), und zwischen den dikotyledonischen Pflanzen, die aus vier Quirlen, jeder zu fünf Theilen besteht (Fig. 225 und 234). Aber um diese zwei Typen herum, die uns zu Ausgangspunkten dienen können, bemerkt man unzählige Mannigfaltigkeiten, die wir noch zu untersuchen haben: Sie können in zwei große Klassen eingetheilt werden. Die Zahlen, bei denen wir stehen geblieben sind, können sich entweder durch das Hinzukommen neuer Theile vergrößern oder sich auch durch die Entfernung einiger Theile verringern. Wir wollen nach der Reihe diese zwei wichtige Abänderungen kennen lernen.

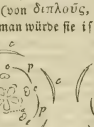
§. 375. **Ihre Vermehrung.** — Die Zahl der Quirle kann die nämliche bleiben, während sich die Zahl der Theile um eine gleiche Größe in jedem Quirle vermehrt. Wir wollen auf diese Weise mit dem Beispiele, das wir als Typus der Blüte der dikotyledonischen Pflanzen gewählt haben, mit der Blüte der Crassula (Fig. 234) die Blüte einer ganz nahen Gattung, des Sempervivum, oder wie man im gemeinen Leben sagt, der Hauswurz von der Art, welche gewöhnlich an unsern Mauern wächst, vergleichen; wir können bei jedem Quirle sehen, wie zu den fünf Theilen, woraus jeder von der Crassula besteht, einer bis viere hinzukommen, was die Zahl bis auf neun steigern kann. Bei andern Arten aus derselben Gattung nimmt diese Zahl noch mehr zu, und man kennt einige, wo sie bis auf zwanzig steigt, und demnach besonders in jedem Quirle und somit im Ganzen der Blüte vervierfacht ist.

§. 376. Häufiger entspringt das numerische Wachsthum der Theile aus dem der Quirle selber. Die Kelchblättchen, sowie die Blumenblätter, können auf diese Weise in geoppelter Zahl und in zwei concentrischen Reihen vorkommen. Vorzüglich bei den Staubgefäßen kommt diese Verdopplung häufig vor, und sie findet in den meisten Fällen Statt, ohne daß die beiden äußern Quirle daran Theil nehmen, so daß sie in geoppelter Anzahl der Kelchblättchen oder der Blumenkrone erscheint; man sagt alsdann, die Blüte habe noch einmal so viele Staubgefäße, oder sie sei diplostemon (von διπλοῦς, doppelt und στήμων, Staubgefäß); man würde sie isostemon (von ἴσος,


234.


235.


233.


236.

233—236. Diagramme (Horizontalschnitte) verschiedener Blüten, d. h. relative Stellung ihrer verschiedenen Theile, sowie sie der Schnitt zeigen würde, der aus dem Horizontalschnitte der noch gar nicht, oder kaum entwickelten Blüte entsteht. Bei diesen und allen folgenden Diagrammen sind immer die nämlichen Figuren gebraucht worden, um die nämlichen Theile zu bezeichnen: 1) eine Doppellinie c für die Blättchen oder die Zertheilungen des Kelchs bei den dikotyledonischen (Fig. 234), oder der Blütendecke bei monokotyledonischen Pflanzen (Fig. 233); 2) eine einfache Linie p für die Blumenblätter oder die Zertheilungen der Blumenkrone; 3) ein kleines Rund für das Staubgefäß mit einfächerigem Staubbeutel; zwei vereinte Runde für das Staubgefäß mit zweifächerigem Staubbeutel oder gewöhnlicher für Vereinzelten in eine kleine nierenförmige Figur; 4) ein Oval, dessen kleinerer Ende nach dem Mittelpunkte für das Korpell gekehrt ist oder ein großer Kreis für den Eierstock, der aus mehreren Karpellen besteht (Fig. 200). — Kleine Nebelstriche a können vorkommen und sind alsdann durch einen kleinen Punkt oder einen kleinen Strich angegeben.

233. Diagramm der Blüte von **Ornithogalum pyrenaicum.**
234. — — — — **Crassula rubens.**
235. — — — — **Sedum telephium.**
236. — — — — **Cornaria myrtifolia.**

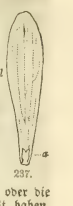
232. Blüte einer Caryophyllenart (**Lychnis viscaria**), nach ihrer Länge geschnitten, so daß sie das Verhältniß der Theile zeigt: — *c* Kelch. — *p* Blumenblätter mit ihrem verlängerten Nagel *w*, ihrem Saume *l* und dem Anhängsel *a*, das sich an der Vereinigung beider befindet; — *e* Staubgefäße; — *o* Eierstock, über dem sein Griffel *s* stehen und der mit einen das Pistill bildet; — *g* Verlängerung der Achse, die die Blumenblätter, Staubgefäße und das Pistill trägt. Man hat den Vorschlag gemacht, sie alsdann Blumenträger zu nennen.

gleich) nennen, wenn die Staubgefäße den Blumenblättern der Zahl nach gleich wären.

Demungeachtet kann die Diplostemonie stattfinden, ohne daß die Zahl der Quirle eigentlich vermehrt ist. Wir wollen diese Art Räthsel durch Beispiele erklären. Die Blüte des Gerberstrauchs (Coriaria myrtifolia. Fig. 236) hat fünf Kelchblättchen, fünf kleine, kurze und dicke, mit ihnen wechselständige Blumenblätter, sodann zehn Staubgefäße in zwei Reihen, wovon die äußere mit dem Kelche, die innere mit den Blumenblättern gegenständig ist, endlich fünf mit diesen wechselständigen Karpelle; wir bekommen also allerdings einen Zusatz von einem Staubgefäßequirl, der sich zwischen die fünf ersten und die Karpelle schob und der die normale Stellung von diesen, den Blumenblättern gegenüber, einnimmt: die allgemeine Regel bleibt fest, die aufeinanderfolgenden Quirle sind unter sich wechselständig. Wir wollen vergleichungsweise eine Blüte vom Sedum (Fig. 235), die demahe der Blüte der Crassula ähnlich ist (Fig. 234), untersuchen; sie unterscheidet sich nur durch das Zusammen eines Kreises von fünf Staubgefäßen, und zeigt demnach scheinbar genau die nämliche Zahl von Quirlen und Theilen, wie die Blüte der Coriaria. Wenn wir jedoch mit einer größeren Aufmerksamkeit die relative Lage ihrer Theile untersuchen, so finden wir, daß von den zehn Staubgefäßen fünf, welche in Beziehung auf die andern etwas nach außen stehen, genau vor den Blumenblättern, und sogar an ihrer Grundfläche gänzlich mit denselben verwachsen sind. Wir bekommen auf diese Weise zwei auf einanderfolgende, gegenständige Quirle, was gegen die Regel ist. Wir finden uns also zu der Frage veranlaßt, ob hier wirklich ein doppelter Quirl stattfinde, oder ob wir hier nicht eher einen einzigen anerkennen müssen, der aus verdoppelten Theilen besteht, so daß diese Blüte auf den ursprünglichen Typus zurückgeführt würde, nämlich auf den, der aus einem Quirle von fünf Kelchblättchen, auch einem von fünf Blumenblättern, aus einem von fünf Staubgefäßen, aus einem von fünf Karpellen besteht; nur von den Blumenblättern wäre jedes durch ein Staubgefäß verdoppelt. Dieser Schluß wird nicht bloß durch eine Betrachtung, die wir bereits mehrere Male anzuführen Gelegenheit hatten, gerechtfertigt, daß nämlich der sicherste Führer in Bestimmung der eigentlichen Natur der vegetabilischen, ihrer Form nach so mannigfaltigen Theile gerade in der Bestimmung ihrer constanten Stellungsverhältnisse liege; er wird es auch noch durch ein häufig vorkommendes Phänomen, das wir sogleich kennen lernen werden, nämlich durch die Spaltung der vegetabilischen Organe.

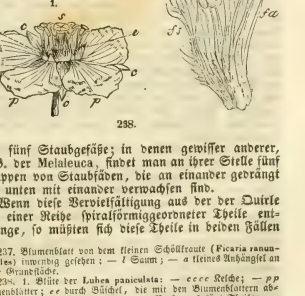
§. 376 (bis). Die Vervielfältigung der Blütetheile durch Vermehrung der Zahl der Quirle beschränkt sich nicht immer darauf, daß die von einem oder mehreren unter ihnen sich verdopple; sie kann sich verdreifachen, vervierfachen u. s. w. Dies bemerkt man oft an den Staubgefäßen, seltener an dem Kelche und der Blumenkrone, noch seltener an den Pistille. Wenn aber diese Zahl sehr steigt, so gruppiren sich die Theile in der Regel nicht mehr in Quirle, die regelmäßig unter sich abwechseln; die gewöhnlichste Anordnung durch Einfügung der quirligen Blätter, die spiralförmige Einfügung, zeigt sich auf einem Torus wieder, der entweder in die Breite ausgedehnt oder in eine Achse verlängert ist. Dies haben wir an den Blumenblättern und den Staubgefäßen der Nymphaea, an den Karpellen der Magnolia beobachtet, dies kann man an den Blüten einer sehr großen Menge von Ranunculaceen, an denen der Cactus, der Camellia u. s. w. wahrnehmen.

§. 377. **Durch Spaltung.** — Die Theile der Blüte können sich auch noch auf eine andere Weise vervielfältigen. Man betrachte an einer Hahnenfußblüte die inwendige Grundfläche eines jeden Blumenblattes; man wird einen kleinen Körper von gleicher Farbe und ähnlichem Gewebe sehen, der gleichsam eine Falte von jenem bildet (Fig. 237 *a*). In den Blumenblättern der Crassula, des Sedum, des Sempervivum, die wir bereits angeführt haben, kann man an der auswendigen Grundfläche eines jeden Karpells eine kleine grünliche Schuppe wahrnehmen (Fig. 225 *a*), welche mit demselben in dem nämlichen Punkte eingefügt ist und von ihm abzuhängen scheint. Es scheint, daß sich in diesen beiden Fällen mehrere von den Gefäßbüscheln, die sich zu diesen abgeänderten Blättern hinbegeben, die dazu bestimmt sind, die Blumenblätter oder die Karpelle zu bilden, von einander abgelöst haben, um auf einer vordern oder hintern Ebene diese kleinen Nebenkörper zu bilden. Man darf annehmen, daß diese Körper nicht bei diesen kleinsten Verhältnissen stehen bleiben, sondern sich hinlänglich entwickeln, um dem Theile der Blüte gleich zu kommen, mit dem sie verwachsen sind, und alsdann muß er doppelt erscheinen, wie dies bei den Blumenblättern der Erythroxylonarten der Fall ist. Die Blumenblätter von vielen Sapindaceen, von mehreren Caryophylleen (Silene, Lychnis, Fig. 208 und 265 *a*, Cucubalus) zeigen etwas Aehnliches in der Falte, womit ein Theil ihrer innern Fläche gefüttert ist. Diese Art von Erzeugung nennt man **Spaltung** oder **Chorize** (von χωριζειν, trennen), und sie ist wahrscheinlich die Ursache, der man bei einer sehr großen Menge von Fällen eine Vervielfältigung der Blüte zuzuschreiben hat, welche von der der Quirle verschieden ist.



237.

Diese Spaltung, durch welche, wie wir soeben gesehen haben, an die Stelle eines einzigen Theiles zwei solcher Theile gesetzt werden, kann noch eine größere Anzahl substituiren. So werden in den Blüten der Luhea (Fig. 238) die fünf mit den Blumenblättern abwechselnden Staubgefäße durch fünf Büschel ersetzt, wovon jeder aus zahlreichen Staubgefäßen besteht; in den Blüten gewisser Myrtaceen sind es bloß fünf Staubgefäße; in denen gewisser anderer, z. B. der Melaleuca, findet man an ihrer Stelle fünf Gruppen von Staubfäden, die an einander gedrängt und unten mit einander verwachsen sind.



238.

Wenn diese Vervielfältigung aus der der Quirle oder einer Reihe spiralförmiggeordneter Theile entspränge, so müßten sich diese Theile in beiden Fällen

237. Blumenblatt von dem kleinen Schöllkraute (Ficaria ranunculoides) inwendig gesehen: — *f* Saum; — *a* kleines Anhängsel an seiner Grundfläche.

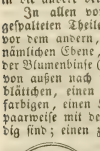
238. 1. Blüte der **Luhea paniculata**: — *cccc* Kelche; — *pp* Blumenblätter; *cc* durch Büschel, die mit den Blumenblättern abwechseln, gruppirte Staubgefäße; — *s* Narbe aus fünf Theilen. — 2. Einer von den vorhergehenden Büscheln vergrößert. Man sieht, daß alle Fäden in eine einzige Masse an der Grundfläche verwachsen sind und sich oben abtrennen; daß sich jeder der inneren, längeren *f a* in einen Staubbeutel endigt; die äußeren, kürzeren und unfruchtbaren *f s* tragen nichts.

239.

auf den ganzen Gürtel vertheilen, der zwischen dem Pistille und den Blumenblättern liegt und sich nicht auf fünf Punkte concentriren, die in einem constanten Verhältnisse zu diesen Blumenblättern stehen. Man schließt also daraus, daß jede dieser Gruppen einem von den Staubgefäßen entspreche, von denen wir gesehen haben, daß sie in dem ersten Falle vereinzelt stehen und daß man durch Spaltung mehrere derselben bekommt. Gewisse Johanniskräuter und gewisse Malvaceen (Fig. 239) zeigen ähnliche Beispiele, die man sich auch leichter verschaffen kann.

Es ist nun begreiflich, wie wir ein Blumenblatt und ein Staubgefäß, das unmittelbar vor ihm entsteht und oft an seiner Grundfläche verwachsen ist, als das Resultat einer derartigen Spaltung betrachten konnten. Zwar müssen die Theile, welche auf diese Art einem einzigen substituirt werden, wie sich von selbst versteht, von derselben Natur sein. Aber das innige Verhältniß, das zwischen den Naturen der Blumenblätter und der Staubgefäße stattfindet, wird sich bald durch ihre umständlichere Untersuchung ergeben, und wir haben dasselbe schon ahnen können, als wir den fast unmerklichen Uebergang der einen in die andere bei der Nymphaea sahen (§. 356).

In allen vorhergehenden Beispielen liegen die gespaltenen Theile in mehreren Ebenen, und der eine vor dem andern, sie können sich aber auch auf der nämlichen Ebene, neben einander befinden. Die Blüte der Blumenbinse (Butomus umbellatus, Fig. 240) zeigt, von außen nach innen, einen Quirl von drei Kelchblättchen, einen noch weiter innen von drei andern farbigen, einen Kreis von sechs Staubfäden, welche paarweise mit den äußeren Kelchblättchen gegenständig sind; einen zweiten concentrischen Kreis mit drei Staubgefäßen, der im Gegentheile mit eben diesen Blättchen wechselständig ist, und endlich sechs Karpelle. Augenscheinlich nimmt in dem Kreise von sechs Staubgefäßen jedes Paar die Stelle ein, wo man gewöhnlich nur ein einziges Staubgefäß sieht. Man hat also hier statt eines einzigen zwei Staubgefäße, die durch Spaltung neben einander liegen, welche man nebenständig nennen kann, und die man jetzt kennt, wenn man auf einen vollständigen Quirl stößt, bei welchem die Zahl der Theile das Vielfache von dem andern ist. Bei dem Butomus ist die Zahl der Karpelle sechs, anstatt drei, welche die gewöhnlichste bei den monokotyledonischen Pflanzen ist; von diesen sechsen stehen aber drei abwechselnd auf einer etwas innereren Reihe. Hier findet also Vervielfältigung durch das Hinzukommen eines Quirls, und nicht durch Spaltung Statt.



240.

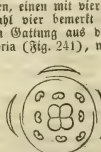
Wir müssen gestehen, daß diese Spaltungsfähigkeit der Blütetheile bei den eigentlichen Blättern, denen wir sie gleich gestellt haben, wenig vorkommt. Allerdings zeigt die Zusammensetzung der Blätter, wodurch mehrere einem einzigen substituirt zu werden scheinen, etwas Aehnliches: nun erscheinen die Blättchen eines und desselben Blattes auf einer und derselben Ebene und können demnach höchstens mit nebenständigen Spaltungen verglichen werden. Aber vergebens würde man mehrere Blätter suchen, die an der Stelle eines einzigen Blattes büschelweise, wie die der gespaltenen Blumenblätter oder Staubgefäße hervorkommen. Man hätte diese Büschel an den Blättern, die man ehemals büschelig nannte, allerdings gefunden, wenn neuere Beobachtungen nicht nachgewiesen hätten, daß sie von einem ganzen Zweige herrühren, und durch die außerordentliche Verkürzung der Achse einander nahe gebracht wurden. Einige Nebenblätter, diejenige, welche wir (§. 145) blattwinkelständig genannt haben, und die sich auf einer Ebene zeigen, welche vor dem Blatte kommt, wovon sie einen Theil ausmachen, könnten für eine Spaltung gelten, und man möchte in dieser Ansicht durch die Untersuchung der Erythroxylum bestärkt werden, wo an der Grundfläche eines jeden Blattes eines von jenen Nebenblättern verwachst, gerade so wie sich an jedem Blumenblatte eine blumenblattartige Erweiterung anhängt. Indessen sind diese Fälle nicht sehr zahlreich, und wenn man die Entwicklung des blattwinkelständigen Nebenblattes verfolgt, so kann man sich überzeugen, daß es aus der Verwachsung von zwei seitenständigen Randtheilen, und demnach aus der nämlichen Ebene des Blattstiels entspringt.

Das häufige Vorkommen der Spaltungen ist also ein Kennzeichen weiter, wodurch sich die Theile der Blüte von den ächten Blättern unterscheiden. Je mehr sie sich also diesen ihrer Natur nach nähern, wie die Kelchblättchen und die Karpelle, desto seltner sieht man, daß sie sich spalten, je mehr sie sich von denselben entfernen, wie die Blumenblätter, und besonders die Staubgefäße, desto öfter wird dagegen diese Vermehrungsweise angetroffen.

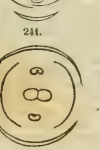
§. 378. **Verminderung in der Zahl der Blütetheile.** — Nach Untersuchung der Verschiedenheiten, welche bei einem gewissen Typus der Blüte, der als Punkt einer allgemeinen Vergleichung angenommen wurde, die Vervielfältigung der Theile, woraus die Blüte besteht, hervorbringen kann, wollen wir auch diejenige auffuchen, welche aus der entgegengesetzten Ursache, nämlich aus der Verminderung in der Zahl eben dieser Theile entstehen.

Wenn die Zahl der Quirle die nämliche bleibt, so kann die der Theile, woraus jeder derselben besteht, auch verringert werden. So hat die gemeine Raute (Ruta graveolens) unten an ihren einfeitigen Trugdolden Blüten mit fünf Theilen, während alle andern auf vier beschränkt sind, nämlich einen Quirl mit vier Kelchblättchen, einen mit vier Blumenblättern, jedes mit einem verwachsenen Staubgefäße, einen mit vier Staubgefäßen, einen mit vier Karpellen (Fig. 242). Diese Zahl vier bemerkt man in allen Blüten einer andern Gattung aus der nämlichen Familie; in der Zieria (Fig. 241), wo übri-

241.



242.



243.

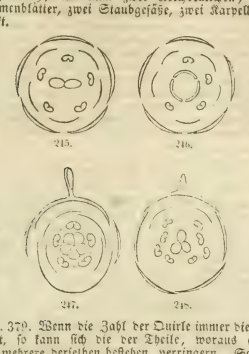
244.

241—244. Diagramme regelmäßiger Blüten, bei denen jeder Quirl um einen oder mehrere Theile vermindert ist.

241. Diagramm von der Blüte Zieria.
242. — — — — Ruta graveolens.
243. — — — — Canarium tricocerum.
244. — — — — Circaea lutetiana.

239. Einer von den fünf Staubgefäßbüscheln von der Blüte einer Malve (Malva minuta).

gens nur die vier Staubgefäße vorkommen, die mit den Blumenblättern abwechseln; sie ist auf drei reduzirt in den Blüten von Cneorum triccocum (Fig. 243), wo drei Kelchblättchen mit drei Blumenblättern, drei Karpelle mit drei Staubgefäßen wechselständig sind; auf zwei in den Blüten der Circaea lutetiana (Fig. 244), wo man zwei Kelchblättchen, zwei Blumenblätter, zwei Staubgefäße, zwei Karpelle bemerkt.



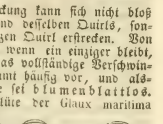
245. 246.

247. 248.

§. 379. Wenn die Zahl der Quirle immer dieselbe bleibt, so kann sich die der Theile, woraus einer oder mehrere derselben bestehen, verringern. So haben die Blüten der Staphylea (Fig. 245), welche fünf Kelchblättchen, fünf Blumenblätter, fünf Staubgefäße haben, nur zwei oder drei Karpelle; in den Blüten mehrerer Caryophylleen (Polycarpon, Holosteum, Fig. 246 u. f. w.), sind bei fünf Kelchblättchen und fünf Blumenblättern die Staubgefäße auf drei oder vier reduzirt; bei den Balsaminen (Impatiens, Fig. 247), sind bei fünf Karpellen, fünf Staubgefäßen und fünf Blumenblättern die Kelchblättchen auf drei reduzirt. Dagegen findet man bei fünf Blättchen nicht mehr als zwei Blumenblätter bei gewissen Kapuzinerblüten (Tropaeolum pentaphyllum, Fig. 248), und nur ein einziges in der Amorpha. Mehrere Quirle können in der nämlichen Blüte verringert sein. So sind in der nämlichen Kapuzinergattung (Fig. 248) nur drei Karpelle; es sind zwei Kreise von Staubgefäßen, der äußere ist den Blumenblättern gegenständig; in jeder von diesen Reihen ist aber ein Staubgefäß weniger, und ihre Gesammtsumme beträgt also acht statt zehn.

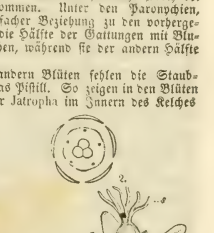
§. 380. Ist diese numerische Ungleichheit der Theile, aus welchen die verschiedenen Blütenquirle bestehen, gewissen Gesetzen unterworfen? Es gibt eines, das man aus der Stellung dieser Theile selbst auffinden kann. Je weiter der Quirl nach innen zu steht, desto enger ist der Kreis, in den er sich einfügt, und ein um so geringeres Feld finden demnach seine Theile zu ihrer Entwicklung. Es ist also ganz natürlich, daß ein um so größeres Streben nach Unterdrückung einiger dieser Theile stattfinden müsse, als sie einem Quirle angehören, der dem Mittelpunkte näher steht; dieser Fall tritt auch wirklich ein. Bei einer vollständigen Blüte, bei welcher die Theile gleich quirlig sind, findet man äußerst selten, daß die Kelchblättchen, der Zahl nach geringer sind als die Blumenblätter; das Gegentheil findet nicht so selten Statt; noch häufiger findet man, daß weniger Staubgefäße als Blumenblätter da sind, und es ist endlich ganz gewöhnlich, daß die Zahl der Karpelle der Zahl der Theile der äußeren Quirle durchaus nicht gleich ist.

§. 381. Die Unterdrückung kann sich nicht bloß auf einige Theile eines und desselben Quirls, sondern sogar auf einen ganzen Quirl erstrecken. Von den beiden äußern ist es, wenn ein einziger bleibt, immer der Kelch; aber das vollständige Verschwinden der Blumenkrone kommt häufig vor, und alsdann sagt man, die Blüte sei blumenblattlos. So besteht die kleine Blüte der Glaux maritima (Fig. 249) aus einem Kelche von fünf Theilen, aus fünf mit ihnen wechselständigen Staubgefäßen und einem Pistille, das sich endlich in fünf Stücke absondert, welche demnach eben so viele Karpelle vorstellen. Weit gewöhnlicher ist es bei diesen blumenblattlosen Blüten, die Staubgefäße vor die Kelchblättchen gestellt zu sehen, wie sie es wirklich wären, wenn der mittelständige Quirl der Blumenblätter da gewesen wäre, z. B. in dem Chenopodium (Fig. 250), und vielen andern Atriplicceen u. s. w., und alsdann findet man oft wirklich einige Spuren von demselben, ja man sieht ihn in einigen unbestreitbar sehr verwandten Pflanzen wieder erscheinen. An einigen Caryophylleen sieht man auch diese Unterdrückung der Blumenblätter, welche jedoch bei den meisten vorkommen. Unter den Paronychien, welche in so vielfacher Beziehung zu den vorhergehenden stehen, ist die Hälfte der Gattungen mit Blumenblättern versehen, während sie der andern Hälfte fehlen.



249. 250.

§. 382. In andern Blüten fehlen die Staubgefäße oder auch das Pistill. So zeigen in den Blüten der Purgirnuß oder Jatropha im Innern des Kelches



251.

mit fünf Blättchen und der Blumenkrone mit fünf Blumenblättern die einen (Fig. 251, 2) ein Pistill ohne Staubgefäße, die andern (Fig. 251, 1) zehn Staubgefäße ohne Pistill. Wir werden weiter unten sehen, daß das Pistill, welches später zur Frucht wird,

245—248. Blütendiagramme, bei welchen gewisse Quirle allein um einen oder mehrere Theile verringert, mithin mehr oder weniger unregelmäßig sind.

245. Diagramm der Blüte von **Staphylea pinnata.**
246. — — — — **Holosteum umbellatum.**
247. — — — — **Impatiens parviflora.**
248. — — — — **Tropaeolum pentaphyllum.**

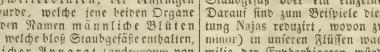
249—250. Diagramme von zwei Blüten, wo der Quirl der Blumenkrone unterdrückt, und der Eierstock mit einem centralen Samenträger versehen ist. — 249. Von der Glaux maritima. — 250. Von dem **Chenopodium album.**

251. Männliche (1) und weibliche (2) Blüte von der **Jatropha curcas**: — *c* Kelch; — *p* Blumenkrone; — *e* Staubgefäße, die den Mittelpunkt in der Blüte 1 wegen der Unterdrückung des Pistills einnehmen, und welche ganz in der Blüte 2 fehlen. — 2 Pistill, das aus einem Eierstocke *a* besteht, auf welchem drei zweitheilige Griffel stehen *z*; — *a* kleine drüsige Anhängsel, die mit den Zertheilungen der Blumenkrone wechselständig sind. — Ueber jeder von diesen zwei Blüten ist ihr Diagramm.

in welcher die Samenkörner oder Pflanzeneier enthalten sind und reifen, die Rolle des Weibchens spielt, das ebenfalls zu Erzeugung der Eier in den Thieren bestimmt ist, daß die Staubgefäße, welche die Eier befruchten, die Rolle des Männchens spielen. Daher kommt es, daß die Pistille auch gewöhnlich mit dem Namen weibliche Organe, die Staubgefäße mit dem Namen männliche Organe und das Ganze mit dem Namen Befruchtungsorgane bezeichnet werden. Daher auch der Name Zwitterblüten, der denjenigen Blüten gegeben wurde, welche jene beiden Organe vereint enthalten; den Namen männliche Blüten erhalten diejenigen, welche blos Staubgefäße enthalten, der Name männlicher Apparat (androceum von ἀνήρ, Mann und οἶκος, Wohnung) bezeichnet die Vereinigung der Staubgefäße; weibliche Blüten heißen diejenigen, welche nur Pistille enthalten. Wir haben weiter oben (§. 376) die Blüte der Coniaria so beschrieben, daß sie mit Staubgefäßen und Pistill versehen sei; es finden sich aber gewöhnlich auf dem Stamme noch andere Blüten, wo das Pistill fehlt, und wieder andere, wo die Staubgefäße unterdrückt sind. Wenn eine Pflanze diese Mischung von Zwitter- (männlichen und weiblichen) Blüten an sich trägt, so nennt man die Blüten vielehig oder polygamisch. Fehlen die Zwitterblüten gänzlich an einer Pflanze, so erhalten die Blüten, die man auf derselben antrifft, und die entweder bloß mit Staubgefäßen oder mit Pistillen versehen sind, den Namen zweihettig oder diklinisch; alsdann können sich die männlichen mit den weiblichen Blüten auf derselben Pflanze befinden, wie bei dem Ricinus, dem Pfeilkraute u. s. w., sie bewohnen gewissermaßen eine gemeinschaftliche Wohnung, und man sagt, diese Pflanze habe einhäusige, monöcische Blüten (μονος. allein, und οἶκος, Wohnung). In andern Fällen tragen, wie z. B. der Hanf, das Bingelkraut auf einigen Stöcken der Pflanze nur männliche und auf anderen lauter weibliche Blüten; die Blüten haben demnach zwei abgesonderte Wohnungen und heißen daher zweihäusig oder dicisch (Diœcisæ, abgesondert wohnen).

§. 383. Die Blüten sind dazu bestimmt, die Pflanze vermittelst des Samens, des letzten Zieles der Entwicklung, fortzupflanzen. Die Pistille, worin diese Samen enthalten sind, sind also wesentliche Organe; aber seit langer Zeit hat die Erfahrung nachgewiesen, daß, wenn nur Pistille vorhanden sind, die Samen fehlschlagen und die Pflanze nicht reproduzirt wird, daß die Nähe und die Einwirkung der Staubgefäße auf das Pistill erforderlich ist, damit sie fruchtbar werden und einen Embryo hervorbringen, der uns zum Ausgangspunkt in der Geschichte der Pflanze gedient hat (§. 27); die Staubgefäße sind also gleichfalls wesentliche Organe. Was den Kelch und die Blumenkrone anbetrifft, so spielen sie in der Blüte eine ganz secundäre Rolle, indem sie dazu bestimmt sind, den Staubgefäßen und Pistillen zu Hüllen zu dienen, in deren Schutze sich jene entwickeln und zur Vollkommenheit gelangen. Begreiflicher Weise können diese Hüllen, streng genommen, auch ganz fehlen, ohne daß die Blüte zu ihren Verrichtungen untauglich würde, während diese, wenn Staubgefäße und Pistill zugleich fehlen würde, eine unfruchtbare und für die Reproduktion der Pflanze ganz untaugliche Zierde wäre. Daher nennt man auch einige Blüten geschlechtslos, die bloß auf die Dürftigkeit des Kelches und der Blumenkrone beschränkt sind, und welche in diesem Falle oft eine merkwürdige Entwicklung erhalten. Die Blüten hingegen, die auf Pistill und Staubgefäße, oder bloß auf das eine oder die andere beschränkt, aber durchaus mit keinen Hüllen versehen sind, werden achlamydisch (α, privativum und χλαμυς, Kleid), oder gewöhnlicher, nackt genannt (flores nudi).

§. 384. Wir haben gesehen, daß die Theile der Blüte 1) durch die Unterdrückung einiger Theile in jedem Quirle, 2) durch die Unterdrückung eines oder mehrerer ganzer Quirle verringert werden können. Wir wollen diese beiden Verringerungsweisen mit einander verbinden, und wir werden durch auseinanderfolgende Unterdrückungen, wozu uns die Natur alle Beispiele liefert, zu einem höheren Grade von Einfachheit gelangen, deren letztes Glied ein einzelnes Staubgefäß oder ein einzelnes Karpell sein wird. Darauf sind zum Beispiele die Blüten aus der Gattung Najas reduzirt, wovon zwei Arten (major und minor) in unseren Flüssen wachsen. Die einzige Familie der Euphorbiaceen würde uns in einer Reihe belehrender Beispiele (Fig. 252, 256) die progressive Abnahme der Zahl der Staubgefäße, woraus ihre männlichen Blüten bestehen, vor Augen stellen, die



232 233. 234. 235 236. 237.

wir in diesen Pflanzen endlich auf drei, auf zwei und auf eines reduzirt sehen (Euphorbia).

§. 385. Wenn die auf ein einziges Organ reduzirten Blüten einzelnstehend sind, so kommt man in keine Verlegenheit, sie zu erkennen; es kann aber einiger Zweifel obwalten, wenn sie in einem gemeinschaftlichen Blütenstand gruppirt sind. So hat man lange Zeit als eine einzige Blüte den Blütenstand der Euphorbia betrachtet, bei welchem mehrere männliche Blüten, wovon jede aus einem Staubgefäße besteht, um eine weibliche herumstehen, die nur ein einziges Pistill hat, und wo das Ganze von einer Hülle, die man den Kelch nannte, umgeben war. So scheint auf den ersten Blick die Frucht des Maulbeerbaums die nämliche wie die der Brombeerstaude zu sein, obgleich bei der ersteren die Pistille mehrerer Blüten, die in eine kurze Aehre vereinigt sind, und bei der zweiten die Pistille einer einzigen Blüte, die auf einem etwas getrockten Torus stehen, vorkommen. Dies rührt, wie Röper deutlich zeigte, davon her, daß eine große Analogie zwischen den Blütenständen und solchen Blüten, welche die Beschaffenheit derselben sind, vorherrscht, und daß ihre Verschiedenheit fast ganz verschwindet, wenn die Theile des Blütenstandes eben so einfach werden, wie die der Blüte selber; was nothwendig der Fall ist, wenn diese den Reductionsgrad erreicht hat, von dem wir soeben sprechen. Wie kann man denn nun von einer einzigen Blüte einen Blütenstand unterscheiden, der aus sehr einfachen Blüten besteht? Wenn diese (Staubgefäße oder Pistill) mit kleinen Deckblättern vermengt vorkommen, wenn sie nicht in der gewöhnlichen Ordnung von außen nach innen auf einander folgen, so wird man durch das Vorkommen dieser neuen Theile oder durch diese ungewohnte Verbindung der gewöhnlichen Theile darauf aufmerksam gemacht, daß man einen zusammengesetzten Blütenstand vor sich habe. Die Vergleichung der

232—237. Diagramme von immer einfacheren Blüten, an denen man sieht, 1) wie der Kelch die einzige Hülle, der auf drei Theile reduzirt ist (232, 233, 234), sich selbst vollständig unterdrückt (235, 236, 237), 2) wie auch ein Deckblatt, auf dessen Achsel die Blüte entsteht und das bisweilen überdies noch zwei innerste Deckblättchen (235, 236) zur Begleitung hat, einige wird; 3) wie bei männlichen Blüten, die auf drei Staubgefäße (232), auf zwei (233—235), dann auf ein Staubgefäß (234—236) reduzirt sind, und endlich dieses einzige Staubgefäß, das selbst auf ein rudimentäres Fach (237 d) reduzirt ist, oder bloß in weibliche Blüten (237, 2), und auf ein Karpell reduzirt

232	Diagramm von der männlichen Blüte der				Tragia cannabina.
233.	—	—	—	—	— volubilis.
234.	—	—	—	—	— Anthostemma senegalense.
235.	—	—	—	—	— Adenopeltis colligaya.
236.	—	—	—	—	einer Euphorbie.
237.	—	—	—	—	der Najas minor, 1, von der weiblichen Blüte der N. major, 2.

verwandten Pflanzen dient vorzüglich dazu, in diesen zweifelhaften Fällen Licht zu verschaffen. Die bereits erwähnte Euphorbiengattung, deren Untersuchung durch das häufige Vorkommen mehrerer Arten sehr leicht ist, kann uns abermals als Beispiel in diesen verschiedenen Beziehungen dienen. Wenn man findet, daß ihre Staubgefäße gegen ihre Mitte hin gegliedert sind, und man an der Grundfläche des unteren Gliedes kleine Riemen wahrnimmt, so durfte man schon vermuthen, daß diese Glieder eben so viele Blütenstielchen mit ihren Deckblättern seien; man konnte aber gar keinen Zweifel begen, wenn man sah, daß in allen verwandten Euphorbiaceengattungen die Blüten auf eine constante Weise diklinisch und äußerst einfach, und auf der einen Seite auf eine sehr kleine Anzahl von Staubgefäßen, bisweilen auf eines oder zwei, auf der andern auf ein Pistill reduzirt sind, und wenn man bedachte, daß einige von den ersteren, die um eines von den zweiten gruppirt sind, ganz genau eine Euphorbienblüte reproduziren würden. Indessen muß man gestehen, daß in gewissen Fällen diese unterscheidende Merkmale fehlen und die Analogie nur ein zweifelhaftes Licht über diese Frage verbreiten könne. So hat die Lilea eine Aehre, die ganz mit spiralförmig geordneten Deckblättern versehen ist, und man findet an der Achsel eines jeden derselben ein Staubgefäß, sodann ein Karvell, und jede dieser kleinen Verbindungen ist eine Blüte. Man nehme sechs ähnliche, gruppirte sie zu einem Quirle, und man erhält eine Blüte vom Triglochin, mit ihrem Kelche mit sechs Blättchen, mit ihren sechs Staubgefäßen und eben so vielen Karpellen. Es ist klar, daß wir hier Theile der Blüte nennen, was wir in dem vorhergehenden Falle die Blüte selbst nannten, Kelchblättchen, was wir Deckblatt nannten. Was folgt daraus? Der stufenweise Uebergang der vegetabilischen, sowohl zusammengesetzten, als einfachen Theile in einander. Wir folgen hier dem unmerklichen Uebergang des Blütenstandes zu der Blüte, wie wir zuvor dem der Zweige zum Blütenstande folgten, wie wir das Blatt nach und nach zum Deckblatte, zum Kelchblättchen und zu den andern Blütenorganen übergehen sehen. Wenn aber diese Uebergänge sich begegnen, um uns zu warnen, die Unterscheidung der Theile nicht zu übertreiben, wie dies früher geschah, so sind auf der andern Seite ihre Verschiedenheiten zu deutlich, um uns zu gestatten, sie alle in eine Einheit zu verschmelzen, welche die Wissenschaft durch zu weit getriebene Vereinfachung ganz vernichten würde.

§. 386. Wir haben bereits gesehen, daß diese Theile der Blüte einer beträchtlichen Menge verschiedener Verbindungen durch die Vervielfältigung oder Verringerung, welche sich sowohl auf ganze Quirle, als auch auf die Elemente eines jeden derselben erstrecken können, fähig sind. Diese beiden Hauptursachen der Abänderung können vereint wirken. So ist in der Magnolia und dem Tulpenbaume, die wir angeführt haben, der Kelchquirl, der bloß auf drei Blättchen beschränkt ist, unter der, bei den dikotyledonischen Pflanzen gewöhnlichen Zahl; die Blumenblätter sind gleichfalls auf Quirle gestellt, die aus dreien bestehen, indem sie demnach eben diese Reduktion erlitten haben; es gibt aber mehrere von diesen Quirlen, und aus dieser Vermehrung folgt nothwendig die der Blumenblätter. Bei den Gattungen aus der verwandten Familie der Anonaceen (Hemistemma, Pleurandra) fehlen die Staubgefäße gänzlich auf einer Seite der Blüte, dagegen sind sie auf der andern Seite vervielfältigt. In dem gemeinen Johanniskraute sind die Staubgefäße vervielfältigt, sie stehen aber in drei aus der Spaltung entspringenden Büscheln, und ihr Quirl ist demnach auf drei reduzirt, während er in einigen andern auf fünf kommt.

Wenn das Gesetz der Wechselständigkeit der aufeinanderfolgenden Quirle besteht, so ist es begreiflich, wie ihre in der Blüte vergrößerte Zahl das scheinbare Verhältniß der Theile in derselben verändern müsse. Man vermuthete sich, wenn man sah, wie die Staubgefäße mit den Blumenblättern, und diese mit den Kelchblättchen in der Blüte des Sauerdorns gegenständig sein können; alles läßt sich aber leicht erklären, wenn man bemerkt, daß die Quirle auf drei Theile reduzirt sind, und jeder Quirl zu gleicher Zeit doppelt ist, so daß die Theile gegenständig sein müssen, wenn man sie zu sechsen nimmt, wie man es auch gethan hatte: die Wechselständigkeit von sechs zu sechs wäre hier eine Ausnahme von der Regel gewesen.

§. 387. **Ausartungen und Verwandlungen der Blütetheile.** — Nachdem wir untersucht haben, wie die Blüte nach den Verbindungen der Zahl und der Lage der sie bildenden Theile verschieden sein können, so wollen wir die Verschiedenheiten aufsuchen, die von einer ganz andern Klasse von Ursachen, von den Abänderungen der Gestalt dieser Theile abhängen. Diese Abänderungen werden später vollständiger vorgetragen werden, und wir beschränken uns hier darauf, ganz allgemein anzuführen, daß sie sich auf eine gleiche Weise auf alle Theile eines Quirls oder auf eine ungleiche Weise auf einige unter ihnen erstrecken können, daß diese Theile nicht bloß in ihren Dimensionen und Umrissen, sondern oft sogar in ihrem Baue und demnach in ihren Verrichtungen abgeändert werden können. Die Staubgefäße der großen Gattung Diosma, deren Arten in den Gewächshäusern sehr häufig vorkommen, können für diese Arten von Abänderungen ein recht gutes Beispiel abgeben und diese Gattung ist sogar in Folge dieser Ansicht in mehrere eingetheilt worden. Der Typus der Blüten aus dieser Familie ist der gewöhnlichste bei den bikotyledonischen Pflanzen: fünf Kelchblätter, fünf Blumenblätter, wovon jedes durch ein Staubgefäß verdoppelt ist, fünf Staubgefäße, fünf Karpelle. Bei diesen verschiedenen Gattungen nun, die auf Kosten des Diosma gebildet wurden, haben die mit den Blumenblättern gegenständigen Staubgefäße, ihre Gestalt und ihre Struktur ganz verändert; bald haben sie die des Blumenblattes selber, aber verringert (Agathosma), bald die eines kurzen blumenblattartigen Züngleins (Barosma), bald die einer Faser, die entweder außerordentlich kurz (Acmadenia) oder verlängert ist (Adenandra) und die eine Drüse an ihrer Spitze trägt; bald die einer einfachen drüsigen Falte.

Die Stelle, welche die auf diese Weise verwandelten Organe in der Blüte einnehmen, zeigt ihren Ursprung und den Theil an, den sie vorstellen. Wenn man demnach in der Clavija, einer Myrsinengattung, fünf kleine Spreuer, von der Consistenz der Blumenblätter, die zwischen ihnen und den Staubgefäßen stehen und mit beiden wechselständig sind, findet, so erkennt man, daß sie den normalen Platz eines Quirls von Staubgefäßen einnehmen, und man nennt sie alsdann verwandelte Staubgefäße. Man erklärt es sich nun, wie die Staubgefäße, welche ihre ächte Gestalt behalten haben, hier mit den Blumenblättern gegenständig vorkommen; und obgleich man diese abgeänderten Staubgefäße in allen andern Gattungen der Familie der Myrsineen, die durch diese constante Gegenständigkeit der Blumenblätter mit den Staubgefäßen merkwürdig ist, nicht wieder antrifft, so ist es doch begreiflich, daß diese nicht den unmittelbar darauf folgenden Quirl bildeten, sondern daß sich zwischen den beiden einer fand, der bald seine Gestalt veränderte, bald gänzlich verschwand, und es ist im Allgemeinen jedesmal räthlich, wenn zwei Quirle, anstatt nach der Regel wechselständig zu sein, gegenständig sind, das Dasein dieser Spuren des fehlenden Quirls aufzusuchen; es gelingt auch oft,

sie zu finden. Diese verwandelten Theile, die man gewöhnlich accessorisch in der Blüte nennt, und die in den meisten Fällen nach ihrer Gestalt und ihrer scheinbaren Natur bezeichnet, wurden größtentheils von Linné und vielen seiner Nachfolger mit den Körpern verwechselt, denen man den Namen Nektarien, Honiggefäße, gab.

§. 388. Wenn sich die Theile eines und desselben Quirls ungleich entwickeln, so daß sie in Beziehung auf Form und Größe einander nicht ganz ähnlich sind, so sagt man, der Quirl sei unregelmäßig. Er ist also um so regelmäßiger, je vollkommener diese Aehnlichkeit und Gleichheit ist, und wenn es beide sind, so ist klar, daß, wenn man den Quirl in zwei Hälften theilt, diese einander ähnlich sind, mag auch die Richtung sein, welche sie will, nach welcher die Theilung vor sich geht. Eine unregelmäßige Blüte ist diejenige, welche einen oder mehrere unregelmäßige Quirle hat; im Allgemeinen gibt man ihr bloß diesen Namen, wenn die Unregelmäßigkeit die äußern Quirle angeht, welche die Hüllen bilden und weit mehr ins Auge fallen als die innern.

§. 389. Kann man einige von den Ursachen angeben, welche auf diese ungleiche Entwicklung der homologen Theile der Blüte und somit ihrer Unregelmäßigkeit einen Einfluß haben? Jedesmal, wenn sich die Theile eines und desselben Quirls nicht in vollkommen ähnlichen Lagen befinden, so ist es begreiflich, daß ihre Ungleichheit von Natur aus entstehen muß, und dies ist so wahr, daß, wenn sogar bei den gewöhnlich regelmäßigen Blüten eine von den Seiten zufälliger Weise durch irgend ein Hinderniß beengt oder des Lichtes beraubt ist, das die andere erleuchtet, sie gehindert, abgeändert, in ihrer Entwicklung aufgehalten wird. Nun ist die Stellung, welche die Blüten entweder in Beziehung zu einander oder mit den verschiedenen Achsen in dem Blütenstande einnehmen, nach den Pflanzen verschieden, und constant in einer und derselben, so daß sie in einer großen Anzahl von Fällen entweder für alle Blüten gewisser Pflanzen oder bloß für mehrere unter ihnen einige von jenen Hindernissen ins Leben rufen muß, die, da sie hier nicht mehr vorübergehend oder zufällig sind, sondern aus der Lage der Dinge selbst hervorgehen, eine Wirkung hervorbringen müssen, die selbst wieder constant ist. So sehen wir an einer Scabiose (Fig. 188), wie die in einen Blütenkopf zusammengedrängten Blüten, in welchem alle, welche den äußersten Kreis bilden und ein freies Feld für ihre Entwicklung haben, wirklich weit größer als die in der Mitte geworden sind, und da das Feld von der äußern Seite freier ist als von der innern, so hat sich auch ihre Blumenkrone einwärts weniger entwickelt als auswärts; alle andere Blüten des Blütenkopfes innerhalb dieses Kreises, die gleichfalls von allen Seiten eingeengt sind, sind kleiner aber regelmäßig geblieben. Wir haben also hier ein doppeltes Beispiel, nämlich das von Blüten eines und desselben Blütenstandes, die unter sich unähnlich sind, und das von den Theilen einer und derselben Blüte, die ungleich entwickelt sind, und beides vermöge ihrer relativen Lage.

Bei den Dolden (Fig. 187) sieht man häufig aus der nämlichen Ursache dieselben Wirkungen entspringen. Wenn bei den Aehren die Blüte nicht vollkommen senkrecht, sondern mehr oder weniger schief auf der Achse steht, so findet die Seite, auf welcher sie ihr gegenüberstehen ein Hinderniß für ihre freie Entwicklung, welche eher auf jener als auf der andern stille zu stehen sucht, und aus diesem Grunde sind die so gestellten Blüten sehr oft unregelmäßig (Fig. 183). Es ist überflüssig, zu erklären, wie ähnliche Erscheinungen an verschiedenen andern Blütenständen durch gleichartige Verbindungen hervorkommen können.

§. 390. Wenn wir jetzt eine Blüte allein betrachten und die Ursachen der Unregelmäßigkeit, die sie in sich selber enthalten kann, aufsuchen, so finden wir, daß diese nicht fehlen. Unter den Blättern der Zweige entwickeln sich diejenigen, welche quirlweise stehen, gewöhnlich an jedem von diesen gemeinschaftlich, und zeigen die nämlichen Gestalten und die nämlichen Dimensionen; diejenigen, welche auf verschiedenen Höhen liegen und um so später erscheinen, je höher sie auf dem Zweige stehen, zeigen von unten nach oben abnehmende Dimensionen und oft auch verschiedene Gestalten. Eben so verhält es sich mit den abgeänderten Blättern, welche die Blütenhülle ausmachen. Wir haben bereits gesehen (§. 390), daß diese Theile, welche auf einem um so engeren Kreis zusammengedrängt stehen, je mehr sie zu einem inneren Quirl gehören, um so leichter zum Fehlschlagen geneigt sind. Wir wissen auch, daß, wenn diese Theile oft ganz genau quirlförmig, d. h. auf einer und derselben Ebene sind, sie doch oft nicht auf einem Kreise, wohl aber auf einer Spirallinie stehen, so daß sich die einen etwas tiefer oder etwas mehr nach außen befinden als die andern; in diesem Falle sind nicht alle in identischen Lagen, und diejenigen, welche etwas höher oder mehr einwärts stehen, haben kein so freies Feld für ihre etwas spätere Entwicklung; sie können leichter fehlschlagen oder bei geringeren Dimensionen stehen bleiben. Nicht bloß an sehr unregelmäßigen Blumenkronen, wie die der Balsaminen oder der Schmetterlingeblüten sind, sondern auch an fast regelmäßigen Blüten, wie die der Malpighiaceen, sieht man ganz deutlich, wie die Blumenblätter um so größer sind, je weiter sie nach außen stehen.

§. 391. Es gibt noch eine Stellung, welche die Theile eines und desselben Quirls in Lagen zu bringen sucht, die in ihrer Beziehung auf einander verschieden sind; dies ist die Schiefheit des Torus hinsichtlich des Blütenstielchens, eine Schiefheit, welche die einen zu erheben sucht, während sie die andern tiefer stellt. Wenn man nun eine große Anzahl unregelmäßiger Blüten untersucht, so wird man sich überzeugen, daß die Achse der Blüte die des Blütenstielchens nicht in gerader Linie fortsetzt, sondern sich in Beziehung auf dieselbe mehr oder weniger biegt, und daß die Blüte mehr oder weniger schief auf der Spitze des Blütenstielchens sitzt. In den ganz regelmäßigen Blüten hingegen ist die Ebene der Fläche, welche den Torus bildet, senkrecht auf eben dieser Spitze.

§. 392. Es gibt also in den Verhältnissen der Theile der Blüte zu einander, in ihren Verhältnissen zu dem Blütenstielchen, in ihren Verhältnissen entweder zu den Achsen oder zu andern Blüten des Blütenstandes, oder endlich zu jedem andern Theile der Pflanze, zu welcher sie gehören, anklebende Ursachen der Unregelmäßigkeit. Diese Verhältnisse, nach welchen sie zu ungleichen Entwicklungen vorausbestimmt sind, können auch noch auf eine andere Weise wirken, indem sie dieselbe zu Verwachsungen veranlassen, wodurch sich mehrere auf eine mehr oder minder vollständige Weise vereinen und verschmelzen.

Alle diese Regeln dürfen jedoch nur auf eine allgemeine Weise angenommen werden; sie können aus verschiedenen Nebenumständen, deren Aufzählung hier zu lange wäre, und deren Kenntniß überdies noch keinen solchen Grad von Bestimmtheit erreicht hat, daß man deutliche und constante Gesetze darauf basiren könnte, abgeändert oder umgekehrt werden. Begreiflich müssen in diesem engen Raume, in welchem sich die Theile der Blüte anhäufen und sich drängen, die Verhältnisse schwer zu messen sein und häufig verändert werden. Es war uns hinreichend, anzuzeigen, wie dieser Punkt der vegetabilischen Organisation nicht ganz der Beobachtung und der Berechnung der Botaniker entgeht, und ihnen ein neues Feld zu Forschungen eröffnet.

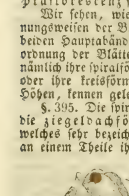
§. 393. Man darf die regelmäßigen und die symmetrischen Blüten nicht mit einander verwechseln. Die ersteren lassen sich nach allen Richtungen in zwei vollkommen ähnliche Hälften theilen; bei den zweiten kann es nur nach einer Ebene geschehen, und diese Ebene ist gewöhnlich parallel und senkrecht auf der Achse, welche die Blüte trägt. Man kann dies an den Blüten des Eisenkrauts und der Scabiose (Fig. 183, 188), die wir kurz vorher angeführt haben, untersuchen, und man wird finden, daß man sie durch eine so gelegte Ebene in zwei vollkommen gleiche Hälften, die eine rechts, die andere links getheilt hat. Nach jeder andern Ebene würden sich die beiden Hälften durchaus nicht gleichen. Wären die Lagen auswendig und inwendig, unten und oben in Beziehung auf die Theile der Blumenkrone verschieden, so würden sie rechts und links vollkommen ähnlich sein.

Es kann demnach symmetrische und doch unregelmäßige Blüten geben, und dies ist sogar bei diesen der gewöhnlichere Fall; derjenige, wo es bei der Regelmäßigkeit zugleich an Symmetrie fehlt, ist der bei weitem seltenere.

§. 394. **Blütendeckloage** (Präfloreseenz). — Es gibt eine Zeit, wo alle diese Stellungsverhältnisse der Blütentheile, mit denen wir uns so eben beschäftigt haben, am offensten daliegen und am leichtesten zu bestimmen sind; dies ist in der Blütenknospe, die'sem ersten Zustande der Blüte, der für sie das, was die Knospe für den Zweig ist. Da wird die wirkliche Lage der Theile nicht bloß nach ihrem mehr oder minder niederem, nach ihrem mehr oder weniger nach außen liegenden Ausgangspunkt auf dem Torus wahrgenommen, sondern auch nach der Ordnung, in welcher sie über einander liegen, oder sich gegenseitig einhüllen, da jeder einhüllende Theil fast nothwendig der äußere Theil von dem eingehüllten ist. Linne nannte **Blütendeckelage** (aestivatio) oder Sommerstand diese Anordnung der Theile in der Blütenknospe, sowie er **Blätterknospenlage** (vernatio) die der Blätter in der Blattknospe genannt hatte (§. 174). Dieser Name ist beibehalten worden, ob man ihm gleich oft und fast ohne Unterschied den der Präfloreseenz substituirt.

Wir sehen, wie sich in den verschiedenen Anordnungsweisen der Blütenhüllen in diesem Zustande die beiden Hauptabänderungen, welche wir bei der Anordnung der Blätter, sowie bei der der Blütentheile, nämlich ihre spiralförmige, d. h. auf ungleichen Höhen, oder ihre kreisförmige Stellung, d. h. auf gleichen Höhen, kennen gelernt haben, darstellen.

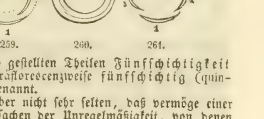
§. 395. Die spiralförmige Präfloreseenz heißt auch die **ziegeldachförmige**; dieses letztere Beiwort, welches sehr bezeichnend ist, wenn sich die Theile bloß an einem Theile ihrer Höhe nach Art der Dachziegel



258.

bedecken (Fig. 258, c) dort auf, es zu sein, wenn sie sich vollständig einhüllen, und alsdann gebrauchen Einige dafür das Beiwort **einhüllend** oder **zusammengerollt** (convolutiva) (Fig. 260). Ist sind die Theile zu lang, so daß sich ein erster über den folgenden mit seiner Spitze legen kann, aber nicht breit genug, um ihn mit seinen Rändern zu erreichen. Wenn man die Theile nach der Ordnung, in welcher sie sich decken, sich über einander legen oder sich auf diese Weise von außen nach innen umfassen, numerirt, so findet man gewöhnlich eine Blattstellung auf einer steigen Spirale, nämlich die, wo der Divergenzwinkel von zwei auf einander folgenden Blättern 137 Graden nahe kommt (§. 162), und bei welcher demnach die Theile von zwei zu zwei, von drei zu drei, von fünf zu fünf abwechseln. Man kann an einer Magnoliablüte (Fig. 260) diese spiralförmige Einhüllung der Theile sehen.

Wir wissen, daß in den meisten Fällen die Zahl der Theile von einem und dem nämlichen Quirle bei fünf stehen bleibt. Wenn man sie nun nach unserer Spirale (Fig. 259) stellt, so sieht man, daß, wenn sie sich nicht hinlänglich erweitern, so daß sich zwei auf einander folgende an ihren Rändern vereinigen, es zwei gibt, die in Beziehung auf die andern die äußersten sind und ihre Nachbarn mit den beiden Rändern decken; zwei als innerste, die auf beiden Seiten bedeckt sind und das fünfte immer zwischen dem einen von den beiden ersten liegt, der es mit dem entsprechenden Rande deckt und zwischen einem von den beiden andern, die es selbst deckt. Man hat dieses Ganze



259. 260. 261.

von fünf so gestellten Theilen **Fünfschichtigkeit** und diese Präfloreocenzweise **fünfschichtig** (quincuncialis) genannt.

Es ist aber nicht sehr selten, daß vermöge einer von den Ursachen der Unregelmäßigkeit, von denen wir mehrere angegeben haben, die Einfügung irgend eines von den fünf Theilen sich mehr einwärts oder etwas höher befindet, was nothwendig ihr Verhältniß ändert. Auf diese Weise sieht man oft (Fig. 261), wie sich das Verhältniß der zwei Blättchen umkehrt, welche in der regelmäßigen Fünfschichtigkeit die Nummern 2 und 4 geführt hätten; das Blättchen 2 kommt weiter einwärts und wird alsdann von dem entsprechenden Rande des Blättchens 4 bedeckt, den es gewöhnlich bedeckte; diese letztere Stellung findet man in den Schmetterlingsblüten und gibt ihr bisweilen den Namen **fahnendeckig**.

§. 396. Es gibt mehrere andere Verbindungen, nach welchen alle Theile eines und desselben Quirls in Beziehung auf einander in dem nämlichen Verhältnisse stehen; man darf alsdann glauben, daß sie sich alle in den nämlichen Lagen, regelmäßig im Kreise und auf derselben Höhe befinden. Sie können sich an den anstehenden Rändern in ihrer ganzen Länge berühren, wie die Flügel einer Thüre, und dies ist die klappige Präfloreseenz (p. valvata, Fig. 263, c). In andern Fällen, wo sie breiter sind, liegen sie sich an den Seiten entweder einwärts oder auswärts, und diejenigen, welche sich in zwei benachbarten Theilen entsprechen, legen sich in einem mehr oder weniger ausgedehnten Theile ihrer äußeren Fläche in dem ersten Falle an einander (einwärts gefaltete Präfloreseenz Fig. 263, p.), wo die Blütenknospe das ganze äußerliche Ansehen der klappigen Stellung hat; ihrer innern Fläche in dem zweiten Falle, wo die Knospe äußerlich eben so viele vorspringende Winkel hat, als auf diese Weise verbundene Theile vor-

258. Blütenknospe der Camellia japonica; — c ziegeldachförmige Kelchblättchen; — p Blumenblätter mit zusammengerollter Präfloreseenz.

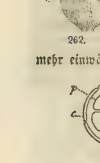
259. Horizontalschnitt des Kelches in der Blütenknospe einer Heckenwinde (Convolvulus sepium). Man darf durch eine punktirte Linie den Gang der Spirallinie angezeigt, welche durch die auf einander folgenden Einfügungen ihrer fünf Blättchen geht.

260. Stellung von drei äußern Blättchen (welche dem Kelche entsprechen) in der Blütenknospe der Magnolia grandiflora, die quer durchschnitten und sehr verkleinert ist.

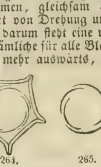
261. Stellung von drei Kelchblättchen in der Blüte des Löwenmauls (Antirrhinum majus). Man hat sie entsprechend mit der Figur 1 numerirt.

262.

handen sind (auswärts gefaltete Präfloreszenz Fig. 262, 1, 264, c). In diesen Fällen, die man für einfache und leichte Abänderungen der klappigen Präfloreszenz halten muß, ist der auf diese Weise einwärts oder auswärts gefaltete Theil der Blättchen zu gleicher Zeit gewöhnlich verdünnt und oft beinahe häutig. Die Blättchen eines und desselben Quirls können, anstatt Kreisbögen oder Seiten eines Polygons zu bilden, das zum Mittelpunkte den der Blüte hat, eine mehr oder minder schiefe Richtung in Beziehung auf denselben annehmen, gleichsam als ob jedes eine Art von Drehung um seine Achse erlitte; darum steht eine von den Seiten, die nämliche für alle Blättchen, mehr einwärts, die andere mehr auswärts, und in


263.

264.


265.

diesem Falle legen sich die gewöhnlich erweiterten Gipfel ziegeldachförmig in einem Kreise herum, indem jeder mit der einen Seite einen seiner Nachbarn deckt und auf der andern gedeckt wird; dies ist die gedrehte Präfloreszenz (præll. contorta Fig. 262, 2, p, 264, p). Bisweilen stellt alsdann eine kleine Abweichung eines seiner fünf Blättchen, dadurch, daß es dieselbe ganz äußerlich macht, die spiralförmige Stellung wieder her, aber so, daß sich alle auf einer einzigen Spiralwindung befinden (Fig. 265), die einem Kreise außerordentlich nahe kommt.

§. 397. In der Blütenknospe kann bisweilen jedes Blättchen, das unabhängig von den andern betrachtet wird, so wie das Blatt in der Blattknospe (Fig. 174) außer der Abänderung, die aus der gegenseitigen Anordnung der Theile entspringt, eine ihm eigenthümliche zeigen, nämlich die um seine Achse in zwei Hälften entweder einwärts oder auswärts gefaltet zu sein (in welchem Falle die Knospe eben so viele ausspringende Winkel haben, durch eben so viele Buchten getrennt sein, und dem Mittelnerven oder dem Zwischenraume der Blättchen entstehen wird), oder knickfaltig (corrugata), und alsdann oft wie zusammen geballt zu sein, wie dies bei den Blumendiäkten des Mohns u. s. w. der Fall ist.

§. 398. Indem wir in der Blütenknospe die möglichen Verhältnisse der Theile untersuchten, haben wir sie nur unter denen untersucht, die zu einem einzigen und demselben Quirle gehörten; wir wollen sie jetzt in der Reihenfolge von mehreren untersuchen. Die spiralförmige Anordnung kann sich von dem einen zum andern ohne Unterbrechung fortsetzen; dies muß man bei den Blüten erwarten, wo der Uebergang von dem einen Quirle zum folgenden stufenweise geschieht, wie bei den Blüten des weißen Nenuphar, in dem Kelche und der Blumenkrone der Magnolia,

262. Knospe von Althaea rosea: — 1 Noch wenig entwickelt, wenn der Kelch noch vollständig die andern Theile einhüllt und die Ränder seiner Einschnitten sich berühren; — 2 wenn die Ränder der Kelcheinschnitten c sich entfernt haben, um die Blumenkrone durchzulassen, deren Blumenblätter p gedreht sind. Das Diagramm ist Fig. 264 abgebildet.

263. Diagramm des Kelches c und der Blumenkrone p in der Knospe der Guazuma ulmifolia. Die Präfloreszenz der Blättchen des ersteren ist klappig, die der Blumenblätter einwärts gefaltet.

264. Diagramm des Kelches c und der Blumenkrone p in der Knospe der Althaea rosea. Die Präfloreszenz des Kelches c ist auswärts gefaltet, die der Blumenblätter p gedreht.

265. Abweichung der gedachten Präfloreszenz.

so daß man bisweilen Mühe hat, die Gränzen zwischen denen zu bestimmen. Aber selbst alsdann, wenn verschiedene Quirle sich durch ganz neue Gestalten und Farben auf eine scharfe Weise unterscheiden, kann sich trotz diesem raschen Uebergange, die spiralförmige Reihe regelmäßig fortsetzen, indem das erste Blättchen des zweiten Quirls beinahe seinen regelmäßigen Platz nach dem letzten des ersten einnimmt, und die darauffolgenden sich ihrerseits nach ihm ordnen. Indessen erleidet sie doch oft auch eine Unterbrechung, gleichsam als ob mehrere Blättchen fehlten, die zwischen dem äußersten des neuen Quirls und dem innersten des vorhergehenden liegen. Bisweilen ist sogar die Richtung der Spirallinie umgekehrt; die des Kelches geht von der Rechten zur Linken, während die der Blumenkrone von der Linken zur Rechten geht.

§. 399. Sehr häufig beobachtet man an zwei auf einander folgenden Quirlen eine verschiedene Präfloreszenzweise; diese Veränderung ist in mehreren Familien constant und charakteristisch. So ist z. B. bei den Malvaceen (Fig. 262, 264) den Convolvulaceen, den meisten Caryophylleen, wie z. B. in dem Agrostemma githago die Präfloreszenz der Blumenkrone gedreht: die des Kelches demungeachtet klappig bei den ersten (Fig. 264, c), ziegeldachförmig bei den andern. Dieses letztere Beispiel reicht hin, um uns zu beweisen, daß in derselben Blüte die Theile eines Quirles spiralförmig, die des benachbarten kreisförmig gestellt sein können.

§. 400. Man darf auch wirklich bei diesen, auf einen so beschränkten Raum angehäuften Theilen, wo gewöhnlich die auf einander folgenden Einfügungen nur in sehr kleinen und sehr oft ganz unbedeutenden Zwischenräumen von einander entfernt sind, keine Regelmäßigkeit in den Verhältnissen suchen, die eine in Länge oder in Breite ausgedehnte Achse gestattet, auf welcher alle Theile an ihrem Platze und zu ihrer Zeit wachsen. Darum ist die Anordnung der Blütentheile in einem und demselben Quirle oder eines Quirls zum darauf folgenden, durchaus nicht unveränderlich, und die Erfahrung lehrt, innerhalb welcher Schranken sie veränderlich ist. Die spiralförmige Ordnung, die oft unterbrochen, umgekehrt ist, die sogar zwischen den Theilen von zwei auf einander folgenden Quirlen vollständig stille steht, erleidet häufige und unbedeutende Abänderungen zwischen denen eines und desselben Quirls. Die klappige oder gedrehte Anordnung zeigt weit mehr Beständiges, und da sie Theile angibt, die kreisförmig gestellt und alle in der nämlichen Lage sind, so ist es beinahe nothwendig, daß sie sich in den allermeisten Fällen mit der Regelmäßigkeit der Blüte vereinigt. Es sind auch mit einigen wenigen Ausnahmen die Blumenkronen und die Kelche mit klappenförmiger oder gedrehter Präfloreszenz regelmäßig, während man fast eben so viele unregelmäßige als regelmäßige unter denen antrifft, wo die Präfloreszenz von einer spiralförmigen Anordnung abhängt.

§. 401. Die Präfloreszenz zeigt Stellungsverhältnisse unter den Theilen der Blüte deutlicher an, und macht es möglich, sie leichter zu bestimmen: von ihrer Wichtigkeit entlehnt sie die eigene. In vielen Blüten werden durch das Entfalten diese Theile von einander entfernt, die sich nun nicht mehr bedecken, sich nicht mehr berühren, und diese in der Blütenknospe so offenkundige Verhältnisse verwischen sich alsdann mehr oder weniger vollständig. Es gibt aber auch eine große Menge von Blüten, wo sie bis auf einen gewissen Grad bleiben. So kann die fünfschichtige Anordnung noch an vielen Blumenkronen der Rosaceen beobachtet werden; die der Apocyneen bleiben immer stark gedreht, und es ist gar nicht selten, daß die der Malvaceen auch Spuren dieser früheren An-

ordnung behalten. Es ist klar, daß die klappige Annäherung nur dadurch bestehen kann, daß sie die Blütenknospe hindert, sich zu öffnen; man sieht bisweilen, wie die Kelche, die sich in diesem Zustande erhalten haben, entweder seitwärts durch das bloße Auseinandergehen von zwei Rändern, die sich blütenscheideartig auf die Seite legen, z. B. in dem ebbaren Eibisch (Hibiscus esculentus) oder kreisförmig an ihrer Grundfläche spalten, indem sie sich von dem übrigen Theilen der Blüte abtrennen, die sie zurückweist, oder sie bei ihrer Verlängerung in die Höhe hebt, z. B. in gewissen Myrtaceen, Calyptranthes, Eucalyptus. In den meisten Fällen haben die aneinanderstoßenden Ränder in der klappigen Präfloreseenz eine Dicke, die dazu behülflich sein kann, sie sogar nach ihrem Auseinandergehen kenntlich zu machen, während die Seiten, die sich deckten, gewöhnlich mehr oder weniger verdünnt ist. Man kann sich davon überzeugen, wenn man den Kelch eines Seekreuzdorns, und den eines Mäuseöhrchens vergleicht.

§. 402. Wir haben von den Verbindungsorganen, den Staubgefäßen und den Pistillen nicht gesprochen, weil sie sich nicht wie die der Hüllen mehr oder weniger in breite Plättchen ausbehnen und ihrer Gestalt nach dieser verschiedenen Deckungsweisen nicht fähig sind, aus welchen man auf diese zarte Abänderungen in der relativen Stellung der Kelchblättchen oder der Blumenblätter schließen kann. Es ist indessen nicht unmöglich, sogar in dieser Beziehung einige Wechsel in dem Zustande dieser Organe, wie der Blütenknospe abzuleiten. Es ereignet sich bisweilen, daß nicht alle Karpelle oder alle Staubgefäße eines und desselben Quirls, obgleich sie dazu bestimmt sind, gleiche Dimensionen zu erlangen, gleichzeitig dieselbe erhalten, sondern daß einige unter ihnen durch ihre Entwicklung einen Vorsprung vor den andern haben, und man ist vielleicht zu der Annahme berechtigt, daß sie sich in günstigerem Umständen als die spätern befinden, wie es in einer Blattrosette die äußern in Beziehung auf die innern sind. Wenn sich die Vergleichung nicht mehr auf einen und denselben Quirl von Staubgefäßen, sondern auf mehrere zugleich erstreckt, so wird die relative Lage dieser Quirle weit besser in der Blütenknospe als in der entfalteten Blüte angezeigt; ihre concentrischen Kreise zeichnen sich deutlicher ab, anstatt sich, wie später, in einen einzigen zu verschmelzen. Auf diese Weise sieht man oft, wie der Quirl der Staubgefäße, die mit den Blumenblättern gegenständig sind, den der wechselständigen Staubgefäße umgeben, wie wir es in dem Sedum beobachtet haben (§. 376), und in diesem Punkte können uns einige Blütenknospen eine besondere Thatsache zeigen, die geeignet ist, den Schluß zu bestätigen, den wir aus der äußern Lage dieser blumenblattgegenständigen Staubgefäße gezogen haben. Die fünf Blumenblätter der mit doppelten Staubgefäßen versehenen Blüten der Malpighiaceen hüllen sich nach der Reihe in der Präfloreseenz als eben so viele in einander geschachtelte Tuten ein. Wenn man nun bei einigen Arten das äußerste Blumenblatt wegnimmt, so sieht man unmittelbar vor demselben das ihm gegenständige Staubgefäß, welches zwischen ihm und den folgenden Blumenblättern steht; nimmt man nun diese nach der Reihe hinweg, so sieht man, wie sich die Staubgefäße, die jedem derselben gegenständig sind, eben so zwischen dasselbe und den übrigen Theil der Blüte stellen (Fig. 266). Wie ließen sich diese Verbindung und diese Stellung gewisser äußerer Staubfäden in Beziehung auf die gewisser Blumenblätter erklären, wenn diese Staubgefäße einen Quirl bildeten, der wirklich von dem der Blumenblätter verschieden, und weiter innen wäre? Ist es nicht eine Thatsache von gleichem Range, wie die der häufigen Verwachsung zwischen den Grundflächen des Blumenblattes und des gegenständigen Staubgefäßes (§. 376), die zu dem Gedanken veranlaßt, daß in diesem Falle beide gespaltene Theile eines einzigen und desselben Quirls seien?

266.

§. 403. Wir haben, so weit es der gegenwärtige Zustand der Wissenschaft erlaubt, die relative Stellung der Blütentheile in Beziehung auf einander zu bestimmen gelernt; es ist nun noch nöthig, sie in Beziehung auf den übrigen Theil der Pflanze zu bestimmen. Um diesen Zweck zu erreichen, sucht man, welche Stelle sie in Beziehung auf die Achse einnehmen, aus welcher ihr Blütenstielchen hervorkommt. Wenn man irgend einen Theil dieser Blüte, z. B. ihr äußerstes Blättchen als Zeichenpunkt annimmt, so darf man voraussetzen, daß dieses Blättchen nach der Achsenseite oder nach der geradezu entgegengesetzten Seite oder rechts oder links gedreht ist. Nun ist zu bemerken, daß, wenn eine dieser Lagen, sie mag sein, welche sie will, bei einer Blüte stattfindet, sie gewöhnlich für alle andere Blüten eben derselben Pflanze Statt hat, und man hat sogar nachgewiesen, daß sich diese Gleichförmigkeit bisweilen auf alle Blüten einer und derselben Familie erstrecke. So finden sich in den Braunwurzarten und in andern verwandten Gruppen zwei Karpelle, wovon das eine nach der Seite der Achse, das andere nach der entgegengesetzten Seite gerichtet ist; wenn man eine Blüte findet, die dem Aeußern nach wie die der Braunwurzen gestaltet ist, bei welcher aber von den zwei Karpellen das eine rechts, das andere links gedreht ist, so darf man behaupten, daß die Pflanze zu keiner von diesen Gruppen gehöre. So reicht das einzige Staubgefäß schon hin, das man in den Canneen und Maranaceen sich entwickeln sieht, und das in den einen aufwärts, in den andern seitwärts steht, um gleich auf den ersten Blick diese zwei verwandte Gruppen zu unterscheiden.

Im Allgemeinen ordnen sich die Kelchblättchen auf dem Deckblatte, das die Blüte begleitet, oder in dessen Ermanglung auf dem Punkte der Achse, wo es sich hätte entwickeln sollen, zusammen, gerade so, wie sich die Reihe der Blätter eines Zweiges auf dem Blatte ordnet, aus dessen Achsel dieser Zweig entsteht (§. 162). Wenn sich das Blütenstielchen um sich selber dreht, oder wenn es verlängert, schlank oder biegsam ist, so kann die ursprüngliche Stellung der Blüte in Beziehung auf die Achse, aus welcher dieses Blütenstielchen hervorkommt, mehr oder weniger verborgen sein. Dies ist abermals ein Fall, wo das Studium der Blütenknospe uns belehren kann, weil das Blütenstielchen um so weniger gedreht, verlängert und verdünnt ist, je jünger die Pflanze ist.

§. 404. Dieses Ganze der Kennzeichen, das aus der Stellung der Theile der Blüte in Beziehung auf den Zweig, der sie trägt, und in Beziehung auf einander hervorgeht, wird ihre Symmetrie genannt, ein Wort, das hier in einem ganz andern Sinne genommen wird, als in dem, in welchem wir es genommen haben (§. 393), als wir von symmetrischen Blüten sprachen.

Blütenhüllen.

§. 405. Wir wissen, daß zwei Quirle von Theilen, die gewöhnlich in beiden durch ihre Gestalt und Färbung verschieden sind, der Kelch und die Blumen-

266. Diagramm der Blütenknospe von Triopteryx ovata. Man sieht die Stellung der verschiedenen Blütentheile in Beziehung auf das Deckblatt b, aus dessen Achsel sie entsteht, und das demnach ihrer äußeren Seite in dem allgemeinen Blütenstande entspricht, die andere Seite steht der Achse gegenüber.

krone, die Hüllen der Blüten ausmachen, wenn sie vollständig sind. Wir wissen auch, daß es nicht selten ist, nur einen einzigen derselben anzutreffen, und daß in diesem Falle fast immer die Blumenkrone fehlt. In einer Blutackengattung, der Diplotoena, wo die in einen Blütenkopf vereinigten Blüten, sich gegenseitig drängen und beengen, einwickeln sich die äußern Theile nicht, der Kelch schlägt ganz fehl, und die Blumenblätter sind auf die Gestalt kurzer und dünner Schuppen reduzirt; einige fehlen sogar ganz. Dies ist also ein Beispiel von einer Blumenkrone ohne Kelch; man könnte vielleicht einige andere anführen, sie sind aber so selten, daß es überflüssig wäre, durch eine besondere Benennung eine so seltene Anordnung zu bezeichnen. So verhält es sich aber nicht mit der entgegengesetzten, sehr häufigen Anordnung, und wir haben (§. 381) gesehen, daß die Blüten, an denen sie vorkommt, blumenblattlos genannt werden.

§. 406. Dieser Ausdruck hat in Beziehung auf die dikotyledonischen Pflanzen, bei welchen, wenn die Blütenhüllen sich auf einen einzigen Blütenquirl beschränken, diese gewöhnlich ganz deutlich das Aussehen und alle andere Merkmale eines Kelches zeigen, zu keinem Einwurfe Veranlassung gegeben. In den Blüten monokotyledonischer Pflanzen verhält es sich aber nicht immer auf diese Weise. Wir haben (§. 362) gesagt, daß ihre Hüllen meistens aus sechs Theilen bestehen, die zu dreien auf zwei concentrischen Kreisen stehen. Häufig sind alle sechs einander ähnlich, und alsdann können sie grün sein, z. B. in der Spargelblüte; öfter aber sind sie mit verschiedenen und bisweilen sehr lebhaften Farben gefärbt, wie z. B. in der Lilie (Fig. 267), Hyacinthe, Tulpe u. s. w. Bisweilen unterscheiden sich die drei äußern von den drei innern; die ersten sind grün und einem Kelche ähnlich, die zweiten gefärbt und Blumenblättern ähnlich, wie z. B. in den Spinnenkrautarten, in dem Wasserwegerich oder Alisma u. s. w. In diesem Falle wäre man versucht, den äußern Quirl wirklich Kelch und

267.

den innern Blumenkrone zu nennen; man müßte aber alsdann vermöge einer nothwendigen Folgerung die nämlichen Benennungen bei allen andern Blüten monokotyledonischer Pflanzen anwenden, bei welchen die Theile doch keine Verschiedenheit unter sich zeigen. Dies thun mehrere Schriftsteller. Andere, ältere, die nur die Kennzeichen der Farbe zu Führern hatten, nahmen in diesen Blüten bald einen Kelch und eine Blumenkrone, bald einen Kelch allein, bald eine Blumenkrone allein an, obgleich augenscheinlich die sechs Theile, in ihren constanten Verhältnissen, immer die nämliche Sache vorstellen müssen. Wieder andere nennen sie endlich in allen Fällen einen Kelch, den sie als das äußerste Hüllsystem der Blüte erklären, da sie nicht zwei verschiedene Systeme in denen der meisten monokotyledonischen Pflanzen erkennen können. Es ist nothwendig, auf diesen Mangel an Uebereinstimmung in der Terminologie der verschiedenen Botaniker aufmerksam gemacht zu werden, um die Verwirrung zu vermeiden, die sie zur Folge haben könnte.

§. 407. Decandolle hatte gesucht, sie ganz wegzuschaffen. Betroffen von diesem mannigfaltigen Aussehen, das uns in der Blüte mancher monokotyledonischer Pflanzen ein Kelch, in dem von manchen andern eine Blumenkrone zeigt, und da er sogar sah, daß einige diese gedoppelte Natur in ihren auswendig grünen und inwendig farbigen Blättern vereinten, war er auf die Vermuthung gekommen, daß jedes von ihnen aus dem innerlichen Verwachsen eines Kelchblättchens mit einem gegenständigen Blumenblatte entspringe, und also aus zwei Platten gebildet werde, die seine gedoppelte Natur darstellen. Es ist überflüssig, eine Hypothese zu erörtern, welche von den Betrachtungen, die aus der Anatomie und der Stellung der Theile genommen sind, gleich stark zurückgewiesen wird. Sie läßt sich durchaus nicht behaupten, besonders wenn sie auf die Blüten der dikotyledonischen Pflanzen angewandt wird, auf welche sie ihr Erfinder ausdehnte, und eine Gegenständigkeit von fünf Blumenblättern mit fünf Kelchblättchen wäre der Natur zuwider. Wie dem nun auch sei, so verwirft Decandolle nach dieser Ansicht das Beiwort blumenblattlos für Blüten, die mit einer einzigen Hülle versehen sind, und nennt sie einblütedig (monochlamydei, von μονος, einzig; χλαμυς, Kleid). Mit Erbart nannte er Blütenhülle (Perigon) das Ganze der Blütenhüllen, und wandte dieses Wort auch anstatt Kelch und Blumenkrone jedesmal an, wenn er sah, daß sie in ein einziges System verschmolzen waren und demnach bei der Blütenbeschreibung aller monokotyledonischen Pflanzen.

§. 408. Viele Schriftsteller folgen diesem Beispiele, ohne die Hypothese anzunehmen, die ihm zum Ausgangspunkte gedient hatte, und um über die Natur dieser einzigen Hülle nichts Vorläufiges zu entscheiden, so beschreiben sie dieselbe entweder unter dem Namen Perigon, oder gewöhnlicher unter dem Namen Blütendecke (Perianthium, von περι, um, herum, und ανθος, die Blüte), welchen Linné für den Kelch in allen Fällen vorgeschlagen hat, wenn er in unmittelbarer Berührung mit den Befruchtungswerkzeugen steht. Dieser Name könnte mit Vortheil für die Beschreibung der monokotyledonischen Pflanzen angewandt werden, er hätte aber wirkliche Nachtheile bei der der dikotyledonischen Gewächse, wo man oft Pflanzen neben einander findet, wovon die einen mit Blumenblättern versehen sind, die andern aber nicht, z. B. in den Carophylleen und den Paronychieen. Nun kann man aber nicht bei zwei Blüten an der einen Blütendecke nennen, was man an der andern Kelch heißt. Es scheint also passender zu sein, diesen letztern Namen beständig für den entweder äußeren oder einzigen Hüllenquirl einer jeden dikotyledonischen Pflanze aufzusparen und für die monokotyledonischen denselben Namen, den man nach Umständen durch mannigfaltige Beiwörter modifizirt oder auch das Wort Perianth zu gebrauchen. Wir werden bei der folgenden Untersuchung beide abwechselnd anwenden.

§. 409. **Kelch** (Calyx). — Wir haben gesagt, daß der Kelch der äußerste Quirl der Blütenhüllen sei, daß er aus mehreren Stücken bestehe, die eben so viele Blätter vorstellen, welche man demnach auch Kelchblättchen genannt habe. Link schlug vor, sie mit dem einzigen Namen Phylla (φυλλον, das Blatt) zu bezeichnen, der bereits schon in der Zusammensetzung monophylla und polyphylla angewandt würde. Nach Decandolle wurde aber allgemein der

267. Blüte der weißen Lilie (Lilium candidum): — *p* Blütendecke, wovon drei, etwas äußerere Theile *pe* mit drei, mehr nach innen liegenden *pi* abwechseln; — *c* Staubgefäßkörper, wovon man die Spitze der Fäden mit ihren schwingenden Staubbeuteln sieht; — *s* Narbe, die den oberen Theil des Griffels endigt.

Name Sepalum (Kelchblatt) angenommen und daher kommen die Beiwörter einblättrig, vielblättrig (monosepalus, polysepalus), die dem Kelche gegeben wurden, je nachdem seine Blätter in einer mehr oder minder großen Ausdehnung vereint beisammen bleiben, oder ganz unabhängig von einander sind (§. 364).

§. 410. Wir haben diese Theile für ächte Blätter gehalten und ihr Bau rechtfertigt diese Ansicht; sie besteben wirklich im Innern aus einem Parenchym, welches in der allgemeinen Richtung von unten nach oben aus Fasern und Gefäßen bestehende Büschel, die aus entrollbaren Luftgefäßen und dünnen Fasern zusammengesetzt sind, durchziehen und äußerlich mit einer Epidermis überzogen sind, die mit weit reichlicheren Spaltöffnungen auf der äußeren Oberfläche des Kelchblattes versehen ist, welche wegen seiner aufrechten Stellung der untern Blattfläche entspricht (§. 411). Die Epidermis ist oft mit Haaren bedeckt, die denjenigen ähnlich sind, welche die eigentlichen Blätter und die jungen Triebe überziehen und demnach häufiger und reichlicher auf der äußern als auf der inneren Fläche vorkommen. Um die Abwesenheit der Haare, ihr Dasein und die verschiedenen Arten, wodurch sie die Oberfläche des Kelches modifiziren können, anzugeben, bedient man sich der Ausdrücke, die wir bereits kennen gelernt haben (§. 244). Man findet auch bisweilen auf dieser äußern Fläche Drüsen, die denjenigen ähnlich sind, welche die Blätter der nämlichen Pflanze auf der untern tragen, z. B. in den Malpighiaceen. Dies sind lauter gemeinschaftliche Kennzeichen, welche das Verhältniß der Blätter zu den Kelchblättchen beurkunden.

§. 411. Die aus Fasern und Gefäßen bestehenden Büschel zeichnen äußerlich Nerven ab, wovon der Mittelnerve allein sehr oft hervorragend ist und folgen, obgleich auf eine weit weniger sichtliche Art, wegen der Kleinheit der Theile den nämlichen Gesetzen, wie in den Blättern dikotyledonischer Pflanzen, sie vereinigen sich unter einander durch Verästung in den Kelchen der ersten, sie geben parallel und ohne sich zu zertheilen in den Kelchen der zweiten. Wenn die Kelchblättchen in einen einzigen Körper an dem untern Theile verwachsen sind, so können die Mittelnerven, die sich auf der Oberfläche dieses Körpers verlängern, die Mitte von jedem derselben angeben (Fig. 271). Man findet oft eben so viele andere Nerven, die genau in den Zwischenräumen der ersten auf der Verbindungslinie der verwachsenen Blättchen liegen und wovon jeder aus der Vereinigung von Büscheln besteht, die zu zwei benachbarten Blättchen gehören; denn man sieht, wie sie sich in der Höhe, wo sich diese trennen, in zwei Aeste spalten, die den beiden entsprechenden Rändern folgen (Fig. 273).

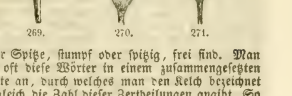
§. 412. Die Kelchblättchen zeigen sich, wie die Blätter und wie überhaupt alle vegetabilische Organe, zuerst in Gestalt kleiner zeltiger Warzen; und es ist zu bemerken, daß diese Warzen immer damit anfangen, abgesondert zu erscheinen, selbst wenn sie später sich zu einem einblättrigen Kelche vereinigen müssen, immer gleich zu sein, selbst wenn sie sich später ungleich entwickeln müssen: dies hat Schleiden z. B. an der sehr jungen Blütenknospe der Feigbohne gezeigt. Dies geschieht aber nur in der frühesten Zeit; das Verwachsen und die Ungleichheit zeigen sich bald, wenn dies eines von den Kennzeichen der Pflanze ist; Gefäße und Fasern zeigen sich progressiv wie in dem Blatte (§. 147).

§. 413. Die Gestalt der Kelchblätter kann im Allgemeinen eher mit der der Deckblätter als mit der der Blätter verglichen werden; gewöhnlich ist sie eine Platte, die sich gegen ihre Spitze hin verengt und demnach den eingezogenen Saum oder den scheidigen Theil des Blattes vorstellt. Man sieht auch bisweilen, daß sie sich an ihrem unteren Theile verengen, aber äußerst selten verlängert sich diese Verengung zu einem Blattstiele. Selten zertheilt sich der Rand in Lappen (Rumex maritimus und andere Arten derselben Gattung, Fig. 268, die Rose, Fig. 369), gewöhnlich ist er ganz. Wir werden hier nicht alle mögliche Gestalten der Kelchblätter beschreiben, die gewöhnlichste ist die eines an seiner Spitze stumpfen oder spitzigen Ovals. Bei ihrer

268.

Beschreibung muß man außer ihrer Zahl und ihrer Gestalt auch ihrer Richtung, bald nach oben, aufrecht (s. erecta), bald einwärts, gegen einander geneigt (s. conniventia), bald, und häufiger, auswärts, aus einander fahrend, etwas abstehend, rückwärts gebogen (s. divergentia, patula, reflexa), erwähnen, je nachdem sie sich mehr oder weniger neigen, je nachdem ihre Spitze nach oben oder horizontal oder nach unten gekehrt ist.

§. 414. Wenn der Kelch einblättrig ist, so kann die Vereinigung der Theile in einer mehr oder minder großen Ausdehnung stattfinden. Findet sie bloß an der Grundfläche statt, so heißt dieser kurze untere Theil der Boden des Kelches; findet sie bis zu einer etwas beträchtlichen Höhe statt, so bekommt der vereinigte Theil den Namen Röhre. In den beiden Fällen ist der obere Theil, wo die Kelchblätter frei bleiben, der Saum, und je nachdem sie mehr oder weniger vollständig getrennt bleiben, je nachdem also der Saum in Beziehung auf den Boden oder auf die Röhre aus mehr oder weniger langen Theilen, Zipfel oder Fetzen (lacinae) besteht, gibt man ihnen Namen, die denjenigen ähnlich sind, die wir (§. 133) für die mehr oder minder tiefen Zertheilungen des Blattrandes angezeigt haben. So sind es Abschnitte oder Zertheilungen, wenn die Kelchblätter bis zu ihrer Grundfläche abgesondert bleiben; Spalten, wenn sie sich bis über ihre Mitte vereinigen (Fig. 270), oder Lappen, wenn sie zu gleicher Zeit erweitert sind; Zähne (Fig. 271) oder Kerben (Fig. 288, c), wenn sie nur


269. 270. 271.

an ihrer Spitze, stumpf oder spitzig, frei sind. Man wendet oft diese Wörter in einem zusammengesetzten Beiworte an, durch welches man den Kelch bezeichnet und zugleich die Zahl dieser Zertheilungen angibt. So sagt man z. B., der Kelch sei fünftheilig, der vierspaltig, der dreilappig, oder sechszähnig u. s. w. In die Gestalt und die Vereinigung der Theile so, daß keine Spur von Zertheilung da ist, und daß der ganze Kelch nur aus einer Röhre besteht, die oben kreisförmig begränzt ist, so heißt der Kelch ganz, ungetheilt (integer) oder gestutzt, abgestutzt (truncatus). Wir wollen jedoch bemerken, daß alle diese Wörter, die auf die Theile eines einzigen Blattes angewandt wurden, in Beziehung auf den Kelch auf die Vereinigung mehrerer Blätter angewandt werden, die man selbst wieder als Theile eines andern Ganzen betrachtet, daß also nur

268. Kelch einer Sauerampferart (Rumex uncatus). Er besteht aus zwei Quirlen, dem äußeren a a mit langen und ganzen Zertheilungen, dem inneren c c mit weit größeren Zertheilungen, die an ihrem Rande in schmale Narben oder eine Art von Haken ausgeschnitten, auf der äußern Fläche unten netzartig sind, in deren Mitte man eine dicke fleischige Anschwellung b bemerkt.

269. Fünfblättriger Kelch der Stellaria, holostea.

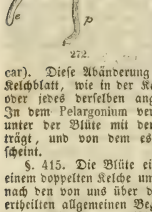
270. Kelch der Primula elatior.

271. — — Silene inflata.

Analogie und nicht Identität in dem Gebrauche, den man hier von ihnen macht, stattfindet.

Außer diesen allgemeinen Formen, die von den verschiedenen Graden des Verwachsens unter den verschiedenen Theilen des Kelchs herrühren, kann er noch mehrere secundäre Abänderungen darbieten, die von der mehr oder minder beträchtlichen Verlängerung der Röhre und ihren Anschwellungen auf verschiedenen Höhen, von den mannigfaltigen Richtungen des Saumes in Beziehung auf ihn herrühren u. s. w. Wir werden die Wörter, durch welche man sie bezeichnet, in der Abhandlung von der Blumenkrone angeben, wo eben diese Abänderungen wegen der gewöhnlich größeren Ausdehnung, welche sie hat, deutlicher vorkommen.

Wir haben in allen vorhergehenden Fällen den Kelch als regelmäßig angenommen, er kann es aber auch nicht sein, und die Unregelmäßigkeit trifft entweder die Röhre, die alsdann an gewissen Stellen ein Knie oder einen Höcker bilden kann, z. B. in den Scutellaria oder den Saum, wovon sich gewisse Theile mehr als die andern entwickeln. Nicht selten sieht man, wie sich die entweder verwachsenen oder freien Kelchblätter unter ihrem Einfügungspunkte entweder in eine ebene Platte, wie bei den Veilchen, oder in einen Sack verlängern, der alsdann seine Oeffnungen gegen die innere Seite der Blüte kehrt. Verlängert er sich sehr, so erhält er den Namen Sporn (calcar). Diese Abänderung kann entweder ein einziges Kelchblatt, wie in der Kapuzinerblume (Fig. 272), oder jedes derselben angehen, wie in der Aglei. In dem Pelargonium verwächst dieser Sporn innig unter der Blüte mit dem Blütenstielchen, das sie trägt, und von dem es einen Theil auszumachen scheint.



272.

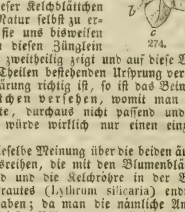
§. 415. Die Blüte einiger Pflanzen scheint von einem doppelten Kelche umgeben zu sein. Man möchte nach den von uns über die Vermehrung der Theile ertheilten allgemeinen Begriffen annehmen, daß das Dasein dieses accessorischen Kelches, der auch bisweilen Außenkelch oder Nebenkelch genannt wird, von einer Spaltung der Kelchblättchen oder von dem Zusatze eines äußern Quirls herrühre; die Blättchen der beiden Kelche müßten in dem ersten Falle unter sich gegenständig, in dem zweiten Falle wechselständig sein. Eine genaue Beobachtung sucht indessen diese doppelte Hypothese über den Haufen zu werfen. So kommt das Dasein eines Außenkelches in einer äußerst unvermischten Familie, in der der Malvaceen sehr häufig vor; wenn aber diese Theile der Zahl nach mit denen des Kelches gleich sind, so wechseln sie mit denselben; dies ist also keine Spaltung. Auf der andern Seite sind sie oft der Zahl nach geringer, wie bei der Malve, oder höher; die vielfachen derselben oder nicht, wie bei dem Hibiscus (Fig. 273), und wechseln außerordentlich sogar in Arten derselben Gattung; es ist also kein regelmäßiger Quirl, wie alle andere eben dieser Blüten, es ist vielmehr eine Vereinigung von Deckblättern, die unmittelbar unter der Blüte in eine Hülle vereint wurden (§. 322). Es ist ein abermaliger Uebergang zwischen den Blättern und den Blütenhüllen, der zu merken ist. Die Blättchen dieser Hülle können verwachsen und auf diese Weise einen einblättrigen Außenkelch bilden (Fig. 277 und 276 i).

273.

272. Kelch e der Kapuzinerblume; — e Sporn; — p Blütenstielchen.

» 273. Kelch c einer Malvaceenart (Hibiscus) mit seinem Außenkelch b.

In andern Fällen aber hat der Nebenkelch einen ganz verschiedenen Ursprung. So sind die Blätter der Rosaceen an ihrer Grundfläche mit zwei Nebenblättern versehen, die sich in einer Ebene befinden, welche in Beziehung auf den Saum etwas nach außen liegt. Man denke sich fünf dieser Blätter in einen Quirl gruppirt und an ihrer Grundfläche mit einander verwachsen; die Nebenblätter werden einen Kreis von Theilen bilden, die paarweise vereint, mit den Säumen wechseln, und auf der nämlichen Grundfläche stehen, sich aber in einer etwas äußeren Ebene befinden. Diese Nebenblätter könnten auch, anstatt sich ganz einfach neben einander zu stellen, an ihren Rändern verwachsen und auf diese Weise von zehn auf fünf reduzirt werden. Dies findet nun auch wirklich in den Kelchen von mehreren Rosaceengattungen Statt, wie bei dem Gänserich, den Erdbeerstöcken u. s. w. (Fig. 274), wo sich zwischen den fünf Zertheilungen c des fünftheiligen Kelches äußerlich eben so viele Zünglein b zeigen, die mit ihrem Ganzen einen Nebenkelch bilden. Daß dies nun die paarweise verwachsenen Nebenblätter dieser Kelchblättchen seien, hilft die Natur selbst zu errathen, indem sie uns bisweilen einige von eben diesen Zünglein zweispaltig oder zweitheilig zeigt und auf diese Weise ihren aus zwei Theilen bestehenden Ursprung verräth. Wenn diese Erklärung richtig ist, so ist das Beiwort: mit Deckblättchen versehen, womit man diese Kelche bezeichnete, durchaus nicht passend und der doppelte Quirl würde wirklich nur einen einzigen bilden.



274.

Man kann dieselbe Meinung über die beiden äußersten Eintheilungsreihen, die mit den Blumenblättern gegenständig sind und die Kelchröhre in der Blüte des Sumpfblutkrautes (Lythrum Salicaria) endigen, durchaus nicht haben; da man die nämliche Anordnung in allen diesen Blüten aus derselben Familie antrifft, und da bei keiner dieser Pflanzen die Blätter Nebenblätter haben, so muß man hier die Verdoppelung des Kelches durch den Zusatz eines ganzen Quirls annehmen. Man sieht an diesen Beispielen, daß verschiedene Ursachen ähnliche Resultate herbeiführen können, und daß man nicht bei dem Aussehen in der Bestimmung der Theile stehen bleiben dürfe.

§. 416. Die Consistenz des Kelches ist in den meisten Fällen die der Blätter, die man mit blattartig oder krautartig bezeichnet; gewöhnlich hat er eine grüne Farbe, bei einigen Pflanzen geht sie aber in andere Farben über, welche der Farbe der innersten Theile ähnlich sind; in roth in der Fuchsia, dem Granatbaume u. s. w., in orangefarben in der Kapuzinerblume, in rosenfarben in dem Epilobium spicatum. Mit diesen andern, gewöhnlich der Blumenkrone eigenen Farben, entlehnt er auch von derselben bisweilen ihr dünneres, zarteres und weiches Gewebe, und nimmt das ganze äußere Ansehen von derselben an, darum hat man ihn auch blumenblattartig genannt; unter den dikotyledonischen Pflanzen liefern der Aglei und die Horiensie Beispiele davon; unter den monokotyledonischen kommen sie in Menge vor, bei denen es sogar die gewöhnlichste Consistenz des Kelches oder der ganzen Blütendecke (weiße Lilie,

274. Kelch eines Gänserich (Potentilla verna) von unten gesehen mit seinem Nebenkelche b.

Martagonlilie, Jonquille, Glayeul, Hyacinthe u. ſ. w.), bisweilen bloß ſeiner innerſten Reihe iſt. Die Conſiſtenz iſt dagegen in andern monokotyledoniſchen Pflanzen ganz verſchieden, d. h. ſie iſt trocken, hart, mit ſehr reduzirten Dimenſionen, die mehr an die Dimenſionen der Deckblätter erinnern, von grüner oder bräunlicher Farbe, wie z. B. bei den Binſen. Der ſo abgeänderte Kelch wird ſchuppig genannt, weil ſeine Kelchblätter den Schuppen der Blattknoſpe ähnlich ſind; er heißt auch oft ſpelzenartig wegen des Namens Spelze, den man den Blütenhüllen der Grasarten gegeben hat, die gerade wegen dieſer Conſiſtenz merkwürdig ſind.

§. 417. Der Saum des Kelches iſt bisweilen unter der Geſtalt von einem Kreiſe oder Büſchel von Borſten oder Haaren ganz unkenntlich und nimmt den Namen Fruchtkrone (Pappus) an, woher er fruchtkronig genannt wird. Mehrere Pflanzenfamilien, wie die Valerianeen, Dipſaceen, Compoſiten, zeigen uns die Uebergänge von der gewöhnlichen Form zu dieſer, wovon namentlich die letztern alle mögliche Modifikationen an ſich tragen. So ſieht man ſchon in den Ackerſalatarten (Valerianella coronata), wie ſich die Zähne des Kelchs an ihrer Spitze in eine ſteife Granne verlängern; bei den Valerianen iſt dieſe Verlängerung länger, weich und ganz mit einem feinen Flaume überzogen; ſie iſt eine Fruchtkrone geworden. Eben ſo endigen ſich in den ächten Skabioſen (in der Gartenſkabioſe, Fig. 276, pc) die fünf ſehr kurzen aber ſehr deutlichen Kelchlappen in fünf lange Grannen; bei denen, woraus man die Gattung Pterocephalus machte, findet man eine Fruchtkrone an der Stelle, und ihre Aeſte oder Radien überfleigen, ſo wie bei den Valerianen, mehr oder weniger die Zahl fünf, gleichſam als ob nicht bloß die fünf Mittelnerven, ſondern zugleich auch mehrere von den andern, dieſe ſonderbare Entwicklung annehmen (Fig. 277, l). In einer Gattung der Compoſiten (Catananche, Fig. 275, l) beſteht der Saum aus fünf an ihrer Grundfläche erweiterten Zertheilungen, die ſtufenweiſe von unten nach oben verengt und endlich in einen haarigen Faden, einen ächten Fruchtkronenſtrahl verdünnt ſind. Dieſe Fruchtkrone erhält ihre ganze Entwicklung in einer großen Menge anderer Gattungen, und ihre oft ſehr vielfache Radien bilden nun nicht mehr bloße Quirle, ſondern Büſchel, wie wenn ſie aus mehreren concentriſchen Kreiſen entſtünden, was wahrſcheinlich in den Diſpaceen der Fall iſt und der Fall ſein würde, wenn die Hülle oder der äußere Kelch, in welchen jede ihrer Blüten gehüllt iſt, wie der innere, ſeinen Saum in eine Fruchtkrone ausgefaſert hätte. Man ſagt, die Fruchtkrone ſei federig, wenn jeder ihrer Radien mit feinen, dem bloßen Auge ſichtbaren Haaren bedeckt iſt, wie bei den Skorzoneren, Ackerdroſtkräutern u. ſ. w. (Fig. 275, 277); er ſei einfach oder behaart, wenn jeder Radius, dieſes Flaumes beraubt, ſelbſt das Ausſehen eines langen, an ſeiner Oberfläche glatten Haares hat, wie bei dem Löwenzahne (Fig. 276, l). Aber ſelbſt alsdann, wenn man ſie durch ein Vergrößerungsglas betrachtet, bemerkt man gewöhnlich, daß dieſe Oberfläche ganz mit kleinen Rauhhigkeiten überſäet iſt; wenn ſie deutlich hervortreten, um eben ſo viele kleine, leicht ſichtbare Zähne zu bilden, ſo heißt die Fruchtkrone gezähnelt.

Wenn man die Strahlen der Fruchtkrone als Nervenverlängerungen vorſtellt, ſo wollen wir damit nicht ſagen, daß ſie aus den aus Faſern und Gefäßen beſtehenden Büſcheln, die des Parenchyms beraubt ſind, gebildet werden; ſie ſetzen die Richtung, aber nicht das Gewebe derſelben fort, indem ſie ſelbſt auf das Zellgewebe reduzirt und durch ihren Bau, ſowie durch ihr Ausſehen den Haaren ähnlich ſind.

§. 418. Die Dauer des Kelches iſt nach den verſchiedenen Blüten verſchieden. Bei den einen löst er ſich von dem Torus durch Entgliederung ab, wie das Blatt von dem Zweige, welcher daſſelbe trägt (§. 138), ſei es nun in einem Stücke oder in mehreren; er iſt abfällig (deciduus) und fällt in den meiſten Fällen mit der Blumenkrone nach der Befruchtung ab, bisweilen weit früher, ſo wie die Blüte ſich zu entfalten anfängt (vergänglich, ſchnell abfallend, caducus), wie z. B. in den Mohnarten. In andern Blüten bleibt der Kelch an ſeiner Stelle hängen, nachdem die Blütezeit vorüber iſt; er iſt bleibend (persistens), z. B. in den Labiaten, Perſonaten, Borragineen u. ſ. w. Bald hört er aber zu leben auf, verwelkt und vertrocknet, bald fährt er hingegen fort zu vegetiren und wächſt ſogar bisweilen, wie in der Physalis alkekengi. Man nennt ihn alsdann in dem erſten Falle welkend, verwelkend, in dem letzteren fortwachſend.

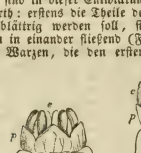
§. 419. **Blumenkrone, Korolle** (Corolla). — Die Korolle iſt die farbige Hülle der Blüte, die ſich im Innern des Kelches befindet und aus Theilen beſteht, welche bald die von den Kelchblättchen angefangene ſpiralförmige Reihe fortſetzen (§. 359), bald, und zwar gewöhnlicher, ſich in einem Quirl zuſammenſtellen und regelmäßig mit eben dieſen Blättchen wechſelſtändig ſind. Wir wiſſen bereits, daß die Blätter der Korolle Blumenblätter (petala, von πεταλον, Blatt) genannt werden. Dieſe Etymologie und der Name der Blätter, den man in der gewöhnlichen Sprache denen der Roſe und vieler anderer Blüten gibt, beweiſt, daß der Gedanke, ſie mit den ächten Blättern zu vergleichen, durchaus nicht neu iſt. Wir haben zu zeigen geſucht, daß in vielen Fällen der Uebergang der Kelchblätter, deren Natur unbeſtreitbar blattartig iſt, zu den Blumenblättern beinahe unmerklich iſt, und daß die Regeln, welche man aus den Stellungsverhältniſſen ableiten kann, bei den zweiten eben ſo gut wie bei den erſten angewandt werden können. Wir wollen jetzt ſehen, ob ihr anatomiſcher Bau die Vergleichung ebenfalls unterſtützt.

§. 420. Wenn man ein Blumenblatt einzeln betrachtet, ſo iſt es eine Platte von mannigfaltiger, oben meiſtens erweiterter und an der Grundfläche verengter Geſtalt. Sehr oft hat dieſe Verengung eine gewiſſe Länge, wie in dem Blumenblatte der Nelke, und erhält alsdann den Namen Nagel (unguis), während die obere Erweiterung den Namen Platte oder Saum (lamina, limbus) bekommt. Der Nagel ſcheint in Beziehung auf die Platte das zu ſein, was in dem Blatte der Blattſtiel zum Saume iſt; die aus Faſern und Gefäßen beſtehenden Büſchel laufen in dem einen gedrängt und mit einander fort, und entfernen und entfalten ſich mit dem andern. Dieſe Büſchel werden aus entrollbaren Luftgefäßen und geſtreckten Zellen gebildet; ihr Zwiſchenraum, den das Zellgewebe einnimmt, das ihn bald vollſtändig ausfüllt

275–277. Beiſpiele von Kelchen, deren Saum ſtufenweiſe in den Zuſtand einer Fruchtkrone übergeht: — e Kelch, deſſen Röhre r mit dem Eierſtock einen Körper ausmacht und ſich über demſelben in eine dünne Säule verengt (Fig. 276 und 277), deren Saum l mehrere Zertheilungen hat, die an ihrem Gipfel oder gleich an ihrer Grundfläche fadenförmig verengt ſind; — o Hülle oder Nebenkelch, der nach ſeiner Länge durchſchnitten iſt — 275. Kelch der Catananche coerulea. — 276. Kelch von der Blüte der Scabiosa atropurpurea. — 277. Kelch von dem Pterocephalus palestinus.

Cin welchem Falle der Rand des ganzen Blumenblattes von einer steigen krummen Linie umschrieben ist), wird in andern Fällen gegen den Rand hin so unterbrochen, daß er die Endspitzen der Büschel in Gestalt von Zähnen, Fransen (fimbriæ), mehr oder minder tiefen Lappen hervorragen läßt. Diese verschiedenen Abänderungen werden gewöhnlich mit den nämlichen Wörtern bezeichnet, wie die ähnlichen Modifikationen der Blätter. Weit dünner als diese, zeigt das Blumenblatt in seinem inneren Gewebe, das aus einer kleinen Anzahl Zellenreihen besteht, keine von den verschiedenen Schichten, die wir in dem Blatte beschrieben haben. Die Epidermis, welche dasselbe überzieht, ist auch weit weniger von dem übrigen Theile unterschieden; sie ist es mehr auf der äußeren Fläche, wo sie bisweilen Spaltöffnungen hat, die aber weit seltener und nicht so constant sind. Sie fehlen fast immer auf der inneren, und die an der Oberfläche befindlichen Zellen sind häufig nach außen gewölbt, so daß sie unter dem Mikroskope ein zart genarbtes oder gleichsam sammetartiges Aussehen haben.

§. 421. Wenn die Blumenblätter anfangen zu erscheinen, so geschieht es in der Form kleiner, zeliger Warzen, die zuerst dem ersten Entwurf der Kelchblättchen ähnlich sind; sodann erweitern sie sich in eine kleine etwas hohle, oder an der innern Seite der Länge nach mit einer Runzel bezeichnete Scheibe; dies sind alsdenn wahre kleine Blätter, und fahren nun, wie jene, nach dem nämlichen Gesetze an ihrer Grundfläche zu wachsen fort, so daß der untere Theil immer zuletzt erscheint, und der Nagel sich erst früher oder später nach dem Saume bildet. Mehrere Punkte sind in dieser Entwicklung der Korolle bemerkenswerth: erstens die Theile derjenigen, welche einblumenblättrig werden soll, sind schon von dieser Zeit an in einander fließend (Fig. 278, p), und die kleinen Warzen, die den ersten Entwurf der Blu-



278.

279.

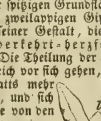
menblätter angeben, sind, so wie man sie nur wahrnehmen kann, in eine Art von kreisförmigen Wall vereinigt, auf welchem sie eben so viele kleine Vorsprünge bilden. Man kann also nicht sagen, daß sie sich verwachsen; sie kommen schon verwachsen zum Vorscheine. Zweitens: obgleich die Blumenblätter auf der Achse untere oder äußere Blätter in Beziehung auf die Staubgefäße vorstellen und ihnen demnach in ihrer Entwicklung zuvorkommen sollten, so sind sie im Gegentheile gewöhnlich im Rückstande mit denselben, und man sieht, wie in den sehr jungen Knospen die frühzeitigeren Staubgefäße, die noch auf sehr kurze Schuppen reduzirten Blumenblätter überragen (Fig. 279). Drittens: sie haben in diesem Anfangsalter eine oft blaß-, oft dunkelgrüne Farbe, mag auch ihre spätere Farbe sein, welche sie will.

§. 422. Nun kommt die grüne Farbe sehr selten in der Korolle vor, obgleich man sie doch in einigen Korollen, wie z. B. in denen von gewissen Cobäen, von einigen Asklepiadeen findet (Hoya viridiflora, Gonolobus viridiflorus, Pentatropis spiralis). Wenn sie vorkommt, so ist sie gewöhnlich blaß und mit andern Farben verwaschen, oder durch ganz anders gefärbte Flecken gesprenkelt. Selten kommt also das Chlorophyll in diesen Zellen vor, welche gewöhnlich mit Körnchen oder mit einer anders gefärbten Flüssigkeit (§. 24) angefüllt oder leer sind. Wir werden uns später über diesen Gegenstand weitläufiger auslassen.

§. 423. Wenn man sagt, daß das Chlorophyll in den Blumenblättern fehle, so will man damit sagen, daß die chemischen Erscheinungen der Respiration in denselben nicht so vor sich gehen, wie in den Stättern (§. 285). Die Korollen und alle andere nicht grün gefärbte Theile der Blüte saugen unter dem Einflusse des Lichtes Sauerstoff ein, und hauchen Kohlensäure aus. Das Dasein einer großen Masse von Blüten, die mehr oder weniger lebhaft gefärbt sind, hat also den Tag über einen Einfluß auf die Atmosphäre, der dem heilsamen Einflusse einer Masse grüner Blätter geradezu entgegengesetzt ist. Diese Wirkung ist aber nicht die einzige, und sie wird noch oft durch die Ausdünstung wesentlicher Oele und anderer riechender Stoffe, die sich in eben diesem Theile der Pflanze so oft concentrirt haben, complizirter.

§. 424. Die Consistenz der Blumenblätter ist mannigfaltig, gewöhnlich weich und zart, bisweilen dick und fleischig (Stapelia), bisweilen trocken, wie Papier, oder eine Haut (Heidepflanzen), bisweilen hart und steif (Xylopia).

§. 425. Da die eigentlichen Blumenblätter den Blüten der dikotyledonischen Pflanzen angehören, so müssen sich ihre Nerven natürlicher Weise verästen, und sich in ein Netz endigen, das ihre letzten Verästungen bei ihrer Vereinigung bilden. Die secundären Nerven oder Aedern machen sich vom Mittelnerven los, und dies geschieht entweder in verschiedenen Höhen, z. B. in einem federnervigen Blatte, oder höher in der Grundfläche des Saums, z. B. in einem handnervigen Blatte, und diese letztere Anordnung, welche mit den auseinanderlaufenden Stäben eines Fächers Aehnlichkeit hat, wird durch das Beiwort fächeladerig (flabellato-venosum) angegeben, womit man alsdann ein solches Blumenblatt bezeichnet. Der Mittelnerve verlängert sich bisweilen bis zum Gipfel des Blumenblattes, und sogar darüber hinaus in eine kleine Spitze (cuspis, daher petalum cuspidatum, lang oder feingespitztes Blumenblatt); gewöhnlicher aber sucht er sich in zwei Hälften zu spalten, wovon sich die eine rechts, die andere links wendet. Daraus entsteht oft an dem Gipfel eine Ausrandung oder Bucht, weswegen das Blumenblatt ausgerandet, ausgezwickt genannt wird (p. emarginatum); und wenn es sich stufenweise von seiner spitzigen Grundfläche bis zu seinem auf diese Weise zweilappigen Gipfel erweitert, so wird es wegen seiner Gestalt, die einem verkehrten Herzen gleicht, verkehrt-herzförmig genannt (p. obcordatum). Die Theilung der Büschel des Mittelnerven kann ungleich vor sich gehen, so daß eine Hälfte des Blumenblatts mehr als die andere davon erhält, und sich mehr entwickelt, was die eine von den beiden Seiten auf Kosten der andern mehr ausdehnt, indem es die Achse mehr seitwärts schiebt: das Blumenblatt ist alsdann ungleichseitig (inaequilaterum), oder schief, oder ungleichhälftig (obliquum), oder man gebraucht irgend ein anderes Beiwort, das seine allgemeine



280.

278—279. Sehr junge Blütenknospen, an welchen man die Kelchentheilungen c umgeschlagen hat, um die vergleichende Entwicklung der Korolle p und der Staubgefäße e zu zeigen.

278. Blütenknospe einer einblumenblättrigen Blüte der Digitalis purpurea.

279. — — vielblumenblättrigen Blüte des Geranium striatum.

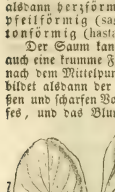
280 Blumenblatt vom Gauchheil (Alsine media); — l Saum; — c Nagel.

Gestalt besser bezeichnet. Die Theilung des Mittelnervens und demnach des Saumes, kann mehr oder weniger tief, bisweilen ganz bei der Grundfläche anfangen, und das Blumenblatt ist alsdann zweispaltig oder zweitheilig, es kann sogar, wenn kein Nagel da ist, fast aus zwei gleichen, nebenständigen, z. B. in der Alsine media (Fig. 280), oder ungleichen Blumenblättern zusammengesetzt scheinen.

Es ist jedoch zu bemerken, daß die Unregelmäßigkeit des schiefen Blumenblattes nicht zugleich auch die der Korolle, wovon es einen Theil ausmacht, zur Folge habe; da ja die verschiedenen Blumenblätter in diesem Falle unter sich vollkommen ähnlich sein können, und aus ihrer Vereinigung ein regelmäßiges Ganzes entspringt: dies bemerkt man an vielen Korollen mit gedrehter Präfloreszenz, z. B. an der der Malvaceen.

Die Blumenblätter fügen sich gewöhnlich mit einer schmalen Grundfläche ein, oft verlängert sich aber diese Verengung nicht, und sie heißen alsdann sitzend. Bisweilen ist die Grundfläche breit; sie kann sogar so breit, wie der übrige Saum, sein, z. B. in der Orangeblüte. Wenn es sich, obgleich es bei seiner Einfügung schmal ist, nicht erweitert, so nimmt es die Gestalt eines kleinen Bandes an und wird **linéal, linealisch oder gleichbreit** (linearis) genannt. Zwischen dieser letztern und der Kreisform kann man alle dazwischenliegenden Formen, wie bei den Blättern, finden. Ziemlich häufig sieht man, wie sich die beiden Seiten des Saums unten in zwei stumpfe Lappen, oder in zwei parallele oder schiefe Winkel hinsichtlich des Nagels verlängern: man nennt es alsdann **herzförmig** (cordatum) (Fig. 281), oder **pfeilförmig** (sagittatum), oder **spieß- oder spontonförmig** (hastatum).

Der Saum kann eben sein, sehr oft zeigt er aber auch eine krumme Fläche, die gewöhnlich ihre Höhlung nach dem Mittelpunkte der Blüte hinkehrt. Bisweilen bildet alsdann der Mittelnerve nach außen einen großen und scharfen Vorsprung, wie der Kiel eines Schiffes, und das Blumenblatt erhält mit seiner Gestalt auch seine Benennung, **kahnförmig** oder **nachenförmig** (navicularis, cymbiformis). Bisweilen ist er auch so gefaltet, daß sich seine Spitze seiner Grundfläche nähert, wie in vielen doldenförmigen Pflanzen (Fig. 282).



281. 282.

Bei den meisten Blüten ist er kahl; indessen ist er doch bei mehreren mit einem gewöhnlich sehr kurzen, feinen und seltenen, bisweilen dickeren Flaume bedeckt, den man gewöhnlich häufiger und reichlicher, sogar ausschließlich auf der innersten Fläche ebenso, wie bei den Blättern und Kelchblättern antrifft. Ob er gleich auf den Blumenblättern weniger häufig und weit dünner gesäet, als auf den andern Theilen der Pflanze vorkommt, so ist er doch von derselben Natur: bei den Pflanzen also, welche sich durch sternförmige Haare auszeichnen, wie z. B. die Bombaceen, sind auch die der Korollen sternförmig.

In den botanischen Beschreibungen wird das Beiwort, womit man die Gestalt des Blumenblattes bezeichnet, auch auf den Saum angewandt. Wenn man daher von benagelten, kreisförmigen, gezähnelten, vertieften Blumenblättern spricht, so ist es gerade so viel, als ob man sagte: Blumenblätter mit einem Nagel und mit einem kreisförmigen, gezähnelten und vertieften Saume.

281. Blumenblatt von Genista candicans: — *l* Saum; — *a* Nagel.

282. Blumenblatt von Eryngium campestre.

§. 426. Man nennt die Korolle zwei-, drei-, vier-, fünfblättrig u. s. w., je nachdem sie aus zwei, drei, vier, fünf abgesonderten Blumenblättern besteht. Wir haben gesehen, daß ihre Zahl gewöhnlich der Zahl der Kelcheintheilungen, mit denen sie wechselständig sind, gleich ist, daß aber doch durch die Unterdrückung eines oder mehrerer Blumenblätter in dem Quirle der Korolle in Vergleichung mit dem des Kelches und umgekehrt, einige Ausnahmen von dieser Regel (§. 379) vorkommen können. So hat in der Roßkastanie der Kelch fünf Zähne, man findet aber nur vier Blumenblätter, die mit vieren unter sich wechselständig sind, und der Platz des fünften ist leer: in der fünfblättrigen Kapuzinerpflanze (Fig. 248) sind nur zwei Blumenblätter und drei Plätze leer. Man führt diesen Umstand an und beschreibt alsdann die Korolle als **vierblättrig** oder als **zweiblättrig durch Fehlschlagen**, eine Bezeichnung, die vollkommen richtig ist, denn man sieht in andern Kastanienarten und sogar an einigen Blüten derselben Art, das fünfte Blumenblatt wieder zum Vorschein kommen; man zählt beständig fünf in vielen andern Kapuzinerarten. Die Zahl der Blumenblätter, welche fast bei allen Leguminosen fünf ist, ist in der Amorpha auf eins reduzirt, das zwischen zwei von den fünf Kelcheintheilungen steht, und man nennt in diesem Falle die Korolle **einblumenblättrig, unipetalus**, ein Wort, das man nicht mit monopetalus (§. 361) verwechseln darf.

§. 427. Bei der Beschreibung muß man außer der Zahl der Blumenblätter auch ihre Richtung in Beziehung auf die Achse der Blüte (aufrecht, divergirend, entfaltet, zurückgebogen), die des Saums in Beziehung auf den Nagel, mit welchem er bisweilen einen Winkel bildet, ihre Länge in Beziehung auf den Kelch; ihre Gestalt, über deren Abänderungen wir schon einige Auskunft ertheilt haben, und welche, wie ihre Größe in allen denen einer und derselben Blüte gleich oder sehr verschieden sein kann, angeben. In diesem letztern Falle, wo die vielblättrige Korolle unregelmäßig ist, beschreibt man die unähnlichen Blumenblätter besonders und bezeichnet ihre Stelle in Beziehung auf die Achse des Blütenstandes. Wenn die Unregelmäßigkeit bei den Blüten einer großen Menge von Pflanzen dieselbe ist, so braucht es nur eines Wortes, um die Hauptzüge davon kennen zu lernen. Dahin gehört das Wort **Schmetterlingsblüte**, das auf die Korollen aller Leguminosen unseres Landes angewandt wird. Von den fünf Blumenblättern (Fig. 283) umfaßt eines (*a*) das obere, d. h. nach der Seite der Achse hingekehrte, das größer und gewöhnlich um sich selbst gefaltet ist, die vier andern; man nennt es **Fahne** oder **Wimpel** (vexillum); zweiseitenständige (*a*) die man Flügel (alae) nennt, bedecken selbst die beiden untern (*b*) welche, einander nahe gebracht und oft sogar an ihrem Rande verwachsen, durch ihre Vereinigung ein schiffförmiges Stück, das **Schiffchen** (carina) bilden.

283.

Gewisse Abänderungen regelmäßiger vielblättriger Korollen, die man an einer großen Menge von Blüten, gewöhnlich an denen aus einer und eben derselben Familie findet, haben auch besondere Namen erhalten. So nennt man **kreuzförmig** (Fig. 284) diejenigen, welche vier Blumenblätter haben, die paarweise und kreuzförmig gegenständig sind; **rosenartig** (Fig. 285) diejenigen, welche fünf offene Blumenblätter ohne Nägel haben, die, wie in der einfachen Rose

283. Blüte einer Schmetterlingsblume des Lathyrus odoratus: — *c* Kelch; — *a* Fahne; — *a* Flügel; — *b* Schiffchen.

284. 285.

286.

gestellt sind; nelkenartig (Fig. 286) diejenigen, welche fünf mit Nägeln versehene Blumenblätter haben.

§. 428. Die meisten Erklärungen, die wir über die Blumenblätter im Allgemeinen gegeben haben, können gleichfalls auf diejenige angewandt werden, die durch ihr Verwachsen die einblättrige Korolle bilden. Begreiflich kann hier nicht von der Unterscheidung in Nagel und Saum die Rede sein, da die Grundflächen verwachsen sind. Doch scheinen oft diese Grundflächen die Nägel, die Spitzen die Säume vorzustellen. Daher belegt man auch oft mit eben diesem Namen Saum (Fig. 287 l) diese obern, in ihrem Umfange freien Theile und beschreibt ihre Gestalt mit den nämlichen Ausdrücken, wie die der abgesonderten Blumenblätter; der untere Theil, in welchem die Blumenblätter auf das Innigste an ihren Rändern verwachsen sind, heißt die Röhre (Fig. 287—94 t) und hat auch gewöhnlich die Gestalt derselben; der Eingang zu der Röhre, der innere Kreis, auf dessen Höhe sich die Blumenblätter von einander trennen, ist der Schlund (faux).

Diese Benennungen werden übrigens auf ganz gleiche Weise bei dem Kelche oder bei jeder andern einblättrigen Blütendecke angewandt, so wie auf der andern Seite die Wörter, mit welchen wir (§. 414) die verschiedenen Grade der Höhe, auf welchen die Stücke des Kelches oder der Blütendecke unter sich verwachsen sind, oder wenn man lieber will, die verschiedenen Grade der Tiefe in ihren Ausschnitten bezeichnet haben, gleichfalls für die einblättrige Korolle gebraucht werden.

§. 429. Man hat aber mehrere besondere Ausdrücke erfunden, um gewisse Formen einblättriger Korollen zu bezeichnen, die einer großen Menge von Blüten gemein sind. Unter den regelmäßigen führen wir folgende an:

Röhrig (tubulosus), deren lange, cylindrische Röhre von dem Saume fortgesetzt zu sein scheint, welcher die nämliche Richtung hat (z. B. in der Spigelia, Fig. 287, in der Schmalzwurz, Fig. 292).

Trichterförmig (infundibuliformis), eine Röhre, bei welcher der Saum die Gestalt eines Trichters annimmt, der sich an dem oberen Theile der Röhre in einen umgekehrten Konus erweitert (z. B. in der Tabakspflanze, Fig. 289).

Tellerförmig, untertassenförmig (hypocrateriformis), diejenige, deren Saum, wie eine sehr ausgeweitete Tasse auf einer geraden Röhre steht (z. B. in den Primeln, Fig. 290.)

Radförmig (rotaceus), diejenige, deren Saum offene Zertheilungen, wie die Speichen an einem Rade zeigt, dessen äußerst kurze Röhre die Achse vorstellen würde (z. B. die des Mäuseöhrchens, Fig. 291).

Sternförmig (stellatus), die nämliche mit sehr spitzigen Zertheilungen (z. B. in dem Galium).

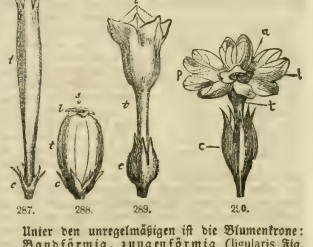
Krugförmig (urceolatus), diejenige, deren Saum fast Null, und deren Röhre in ihrer Mitte gewölbt, an den beiden Enden verengt ist (z. B. in dem aschfarbigen Heidekraute, Fig. 288).

Glockenförmig (campanulatus), diejenige, welche die Gestalt einer Glocke durch ihre bis zum Saume hin stufenweise ausgeschweifte Gestalt nachahmt (z. B. in den Glockenblumen, Fig. 293).

Fingerhutförmig (digitaliformis), in Gestalt eines Fingerhutes oder einer verlängerten Glocke (Fig. 294).

Kordförmig oder napfförmig (calathiformis), diejenige, welche halbkugelförmig und hohl ist, wie eine Punschschüssel. Diese Form kommt häufiger bei den Kelchen vor.

Becherförmig (cyathiformis), diejenige, welche die Gestalt eines Glases mit einem Fuße hat, das heißt hohl und in Gestalt eines umgekehrten Konus ist.



287. 288. 289. 290.

Unter den unregelmäßigen ist die Blumenkrone: Bandförmig, zungenförmig (ligularis Fig. 295), wenn sich ihre Röhre in einer gewissen Höhe auf einer Seite spaltet, und sich auf der andern in Gestalt einer Zungenblüte oder Bandblüte (ligula), die in einige kleine Zähne ausgeht, zurückwirft. Man kann die Zungenblüten auch so betrachten, als wären sie durch die linealen Zertheilungen des Saumes entstanden, welche verwachsen oder ganz bleiben

284. Blüte des Cheiranthus cheiri: e Lappen der Kelchblättchen, wovon zwei, die mehr nach außen liegen, sich unten in einen Buckel verlängern; — pp Blumenblätter; — e die grossten Staubgefäße, wovon man nur die Spitze der Staubbeutel sieht.

285. Blüte der Rosa rubiginosa; — b Deckblatt; — ct Röhre des Kelchs; — cf cf Kelchblättchen; — ppppp Blumenblätter; — e Staubgefäße.

286. Blüte des Dianthus monspessulanus 1; b Deckblätter; — c Kelch; — pp Blumenblätter mit ihren in eine Röhre vereinten Nägeln o; — e Staubgefäße. — 2. Ein abgesondertes Blatt von dem vorhergehenden: — o Nagel; — l Saum.

287—294. Regelmäßige, einblättrige Korollen: — c Kelch; — p Korolle; — t ihre Röhre; — l ihr Saum; — s Spitze des Griffels und Narben.

287. Blüte der Spigelia marylandica.

288. Blüte des Symphytum officinale; in r äußere Oeffnung der Falten die in den Innern der Röhre einen Beisprung bilden.

289. Blüte der Nicotiana tabacum.

290. Blüte der Primula elatior: — a Staubbeutel an dem Schlunde der Korolle und gegenständig mit ihren Lappen.

291. 292. 293.

(wie in der Storzonere, dem Löwenzahn und allen andern Wegwartarten), oder wo bloß mehrere beisammen bleiben (wie in dem Geisblatte). Diese letztere Modifikation nähert sich der folgenden.

Lippig (labiatus, Fig. 296.), wenn ihre Eintheilungen so gestellt sind, daß sie zwei Arten aus einander stehender Lippen bilden; die eine, obere, besteht gewöhnlich aus zwei; die andere, untere, aus drei (z. B. in den Salbeien und allen andern Pflanzen aus derselben Familie). Der Kelch ist alsdann gewöhnlich selbst zweilippig, aber in umgekehrter Richtung, d. h. er wendet drei von seinen Eintheilungen nach unten und zwei nach oben.

Verlarvt, entstellt, maskirt (personatus, Fig. 297), diejenige, welche wie die vorhergehende zwei Lippen hat, die aber einander genähert, und durch eine Wölbung der obern (p), die man ihren Gaumen (palatum) nennt, verschlossen ist, z. B. in dem Ochsenmaule.

Die Röhre kann selbst Unregelmäßigkeiten, unabhängig von denen des Saumes, enthalten, z. B. in der Lycopsis, wo dieser regelmäßige Saum von einer gekrieten Röhre getragen wird.

294. 295.

§. 430. Wir müssen noch bei den Blumenblättern einige wunderliche und ungewöhnliche Formen erwähnen. Bei gewissen Blüten dreht sich der Saum, anstatt eben oder nur unbedeutend gehöhlt zu sein, so, daß er einen Helm vorstellt (gehelmtes, helmartiges Blumenblatt, p. galeatum), z. B. in dem Eisenhut, oder eine Kapuze (kappenförmiges oder kapuzenförmiges Blumenblatt (p. cuculliforme), z. B.

291. Blüte der **Myosotis palustris**: — *r* Falten der Korolle, die bei dem Eingange der Röhre einen Vorsprung bilden und mit den Staubgefäßen gegenständig sind.

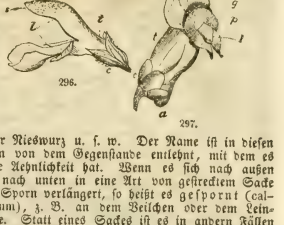
292. Blüte der **Erica cinerea**.

293. Blüte der **Campanula rotundifolia**.

294. Blüte der **Digitalis purpurea**. Diese letzte Korolle ist schon etwas unregelmäßig.

295—297. Unregelmäßige einblättrige Korollen; — *c* Kelch; — *p* Korolle; — *t* ihre Röhre; — *l* ihr Saum; — *g* Schlund; — *s* Narben und Spitze des Griffels.

295. Blüte der **Catanancha coerulea**. Der Kelch mit fünfspaltigem Saume *c* ist unten mit dem Fruchtstocke *o* verwachsen, die Staubgefäße *e* haben ihre Staubbeutel in einen Saum verwachsen, durch den der Griffel geht, der sich in eine zweitheilige Narbe endigt.



296. 297.

in der Nieswurz u. s. w. Der Name ist in diesen Fällen von dem Gegenstande entlehnt, mit dem es einige Aehnlichkeit hat. Wenn es sich nach außen oder nach unten in eine Art von gestrecktem Sacke oder Sporn verlängert, so heißt es gespornt (calcaratum), z. B. an dem Veilchen oder dem Leinkraute. Statt eines Sackes ist es in andern Fällen eine einfache, mehr oder weniger kurze, mehr oder weniger zusammengedrückte Falte, deren Höhlung sich entweder in dem Innern der Blüte oder nach außen öffnen kann, wie in dem Borretsche, in dem Mäuseohr (Fig. 297), und vielen andern Borragineen (Fig. 292). Anstatt eines hohlen Vorsprungs kann man endlich auch einen vollen bekommen, der durch die Verdickung und die Ausdehnung des Blumenblattgewebes entstanden ist, wie in vielen Asklepiadeen. In diesen letztern Fällen, wo die Korolle einblättrig und regelmäßig ist, bilden diese Vorsprünge, die mit den Lappen gegenständig sind, einen inneren Kreis, eine Art Krone, und erhalten nach ihrem mannigfaltigen Aussehen auch verschiedene Namen.

Wir haben schon (§. 377) gesehen, daß sehr oft eine mehr oder weniger ausgedehnte Platte entweder nach außen, wie z. B. in einigen Resedaarten, oder nach innen, z. B. in verschiedenen Caryophylleen, den Lychnis (Fig. 299) den Cucubulus u. s. w. den Saum gleichsam füttert, und daß man annehmen dürfe, daß sie von einer Spaltung herühre. Das Blumenblatt wird alsdann anhängsetig, beanhängselt genannt (appendiculatus).

298.

§. 431. Die Dauer der Korolle ist wie die des Kelches verschieden (§. 418), doch ist sie immer weit vergänglicher. Sie fällt bisweilen in dem Augenblicke des Entfaltens, fast immer nach der Befruchtung ab, und wenn sie später noch bleibt, so ist sie vertrocknet, oder mit andern Worten verwelkend (marcescens), z. B. an den Heiden, Glockenblumen u. s. w. Die einblättrige Korolle löst sich immer in einem einzigen Stücke ab.

Befruchtungswerkzeuge.

Staubgefäße (Stamina).

§. 432. Bis jetzt haben wir die Staubgefäße nur in ihren Stellungsverhältnissen mit den übrigen Theilen der Pflanze untersucht. Was ihre Gestalt und

296. Blüte der **Salvia pratensis**.

297. Blüte des **Antirrhinum majus**: Die Röhre der Korolle verlängert sich an der Grundfläche in einen Buckel *a*, und ist an ihrem Schlunde durch eine Wölbung *p* verschlossen.

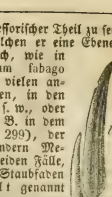
298. Blumenblatt der **Lychnis fulgens**, von der inneren Seite gesehen: — *o* Nagel; — *l* Saum; — *a* Anhängsel.

ihren eigenthümlichen Bau anbetrifft, so haben wir uns nur wenig damit abgegeben, und uns damit begnügt, sie als dünne Blättchen zu bezeichnen, die sich oberhalb in zwei Körper verdicken, wovon jeder eine von den Seiten in einer gewissen Länge begränzt (§. 356), oder die noch später auf einen schlanken Cylinder reduzirt sind, der auf seiner Spitze eben diese zwei Körper trägt (§. 358). Man nennt Staubbeutel die obere Verdickung des Staubgefäßes, Faden seinen untern Theil, der auch häufig diese Gestalt annimmt. Der Staubbeutel ist der wesentliche Theil des Staubgefäßes, und wenn er fehlt, oder sich unvollständig entwickelt, so legt man dem zu seinen Verrichtungen nun untauglichen Staubgefäße das Beiwort fehlgeschlagen oder entleert bei (abortivus, effoetus), es ist aber dazu durchaus nicht untauglich, wenn nur der Staubfaden fehlt, in welchem Falle der Staubbeutel sitzend genannt wird. Wir verschieben auf das Ende dieses Kapitels die Untersuchung des anatomischen Baues, der Entwicklung und der Verrichtungen des Staubbeutels, die sich so innig an die des Pistills anknüpfen, daß es wirklich nachtheilig wäre, wenn man die Erörterung des einen nicht unmittelbar auf die des andern folgen ließe, und wir wollen damit anfangen, die äußeren und allgemeinen Kennzeichen der Staubgefäße zu untersuchen, indem wir sie zuerst einzeln, und sodann in ihrem Ganzen, so weit es zur Blüte gehört, betrachten.

§. 433. **Staubfaden** (filamentum). — Der Staubfaden, dessen Name schon seine gewöhnliche Gestalt anzeigt, erscheint wirklich in den meisten Fällen als ein in einen dünnen Cylinder ausgestreckter oder sich von seiner Grundfläche bis zu seiner Spitze unmerklich zuspitzender Körper (fädlicher Staubfaden, f. filiformis); weit seltener verdickt er sich keulförmig von unten nach oben (keulenförmiger, kolbiger Stbf., f. clavatum). Er besitzt oft einen hohen Grad von Festigkeit, und stützt sich auf sich selbst; in andern Fällen aber, z. B. in den Grasarten, Wegerichen, dem Uferkraut u. s. w., hat er nur die Dicke und die Consistenz eines Haares (haarförmiger Stbf., f. capillare). Man sieht ihn oft abgeplattet oder linealisch an seiner Grundfläche, an seinem obern Ende in eine feine Spitze auslaufen (pfriemlicher Stbf., f. subulatum). Eben in seiner ganzen Ausdehnung, kann er ein verlängertes, an seinen Rändern gewöhnlich ganzes, seltener gekerbtes Band, z. B. in dem Affich, vorstellen; er kann sich endlich in eine Platte erweitern, die bei gewissen Blumen, z. B. Canna und andern Marantaceen, Nymphaea alba, die Entwicklung und das Aussehen eines eigentlichen Blumenblattes hat. Seine Richtung ist gewöhnlich steig von einem Ende zum andern; demungeachtet trifft man einige Beispiele, wo er sie rasch in einen mehr oder minder stumpfen Winkel, den man mit einem Knie vergleicht, umwandelt; daher wird ein solcher Staubfaden geknieet genannt (f. geniculatum).

§. 434. Wir haben so eben gesehen, daß er ziemlich oft an seiner Grundfläche einen erweiterten Theil habe; alsdann kann er, anstatt sich stufenweise von unten nach oben zu verengen, in einer gewissen Höhe plötzlich aus dieser Plattform in die fadige Gestalt übergehen, z. B. bei Peganum harmala, Tamarix gallica (Fig. 324). Diese untere Verbreiterung, die sich oft auf den beiden Seiten in einen Lappen oder in eine freie Spitze mehr oder weniger verlängert, erinnert an die Verlängerung, welche die Scheide der Blätter an der Grundfläche des Blattstiels bildet, der selbst mit dem verengten Theile des Staubfadens verglichen werden kann.

§. 435. Es ereignet sich aber bisweilen, daß dieser untere verbreiterte Theil eher ein mit dem Faden verwachsener accessorischer Theil zu sein scheint, in Beziehung, auf welchen er eine Ebene einnimmt, die entweder innerlich, wie in dem Zygophyllum fabago (Fig. 300) und vielen andern Zygophylleen, in den Simaroubeen u. s. w., oder äußerlich ist, z. B. in dem Borretsch (Fig. 299), der Trichilia und andern Meliaceen. Diese beiden Fälle, in welchen der Staubfaden beanhängselt genannt wird, entsprechen augenscheinlich denjenigen, wo das Blumenblatt den gleichen Namen erhält (§. 429) und in dem zweiten Falle befindet sich das Staubgefäß, das auf diese Weise mit einer außen befindlichen Platte verwachsen ist, in Beziehung auf diese, genau so, wie es sich in Beziehung auf das Blumenblatt befindet, wenn es mit seiner Grundfläche verwächst und einen Theil eines unmittelbar gegenständigen Duirls ausmacht (§. 376, 402). Das grundständige Anhängsel des Staubfadens erhält nach seinem mannigfaltigen Aussehen mannigfaltige Namen, wie Drüsen, Schuppen, denen man das Beiwort staubgefäßtragend voranstellt.



299. 300.

§. 436. **Staubbeutel, Anthere** (Anthera). — Wenn man die Anthere quer durchschneidet, d. h. die Verdickung, in welche sich das Staubgefäß an seinem obern Theile endigt, so sieht man, daß es kein voller Körper, sondern daß er inwendig hohl (Fig. 315, 318, 2) und mit einem sehr feinen Staube angefüllt ist. In allen von uns angeführten Beispielen war die Verdickung doppelt und darum ist es auch die Höhlung. Man nennt Fach (loculus oder theca) jede Höhlung der Anthere, und jedesmal, wenn sich zwei mit einander verbunden an der Spitze eines desselben Fadens befinden, was der gewöhnliche Fall ist, so sagt man, die Anthere sei zweifächerig (anthera bilocularis oder ditheca). Es ereignet sich bisweilen, daß sie einfächerig ist (unilocularis oder monotheca, Fig. 310, 311), dies ist aber weit seltener. Aeußerst selten ist es aber, sie vierfächerig (quadrilocularis oder tetratheca) zu finden, nachdem sie zu ihrem vollkommenen Zustand gelangt ist (Fig. 314, 315). Es ist aber nicht unumgänglich nöthig, die Anthere zu durchschneiden, um die Zahl ihrer Fächer zu bestimmen. Man erkennt sie leicht äußerlich, weil jede einen deutlichen Vorsprung bildet, und weil sich jede überdies zur Zeit der Reife von Natur aus in ein Loch oder gewöhnlicher in eine Spalte endigt, durch welche auf diese Weise der Staub, der in ihnen ist, und den man Blütenstaub oder Pollen nennt, nach außen entweicht.

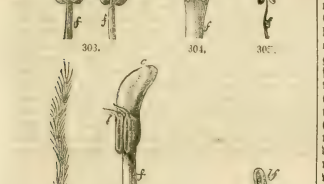
Die Fächer der Antheren stellen also eine Art von Säcken vor, die anfänglich vollkommen verschlossen sind, Säcke, deren Gestalt nach den verschiedenen Pflanzen äußerst verschieden ist. Zwischen der Gestalt eines Kügelchens (Fig. 301) und der eines langen und dünnen, entweder geradlinichten (Fig. 302) oder wurmförmigen (Fig. 302, 312) Cylinders findet man alle dazwischen liegende Gestalten; die gewöhnlichste ist ein mehr oder weniger verlängertes Oval (Fig. 303, 304, 1); bisweilen verengt sich das Fach an seinem Ende in eine Spitze; die Anthere ist alsdann spitz, z. B. in dem Borretsch (Fig. 299), wenn die beiden Fächer verwachsen bleiben; zweihörnig (biconnis), wenn sie sich trennen (Fig. 319, 307, 1),

299. Staubgefäß des Zygophyllum fabago: — *f* Staubfaden, den die äußere Fläche eines Anghängsels *a* trägt.

300. Staubgefäß des Borrago officinalis: — *f* Staubfaden, den die innere Fläche eines äußerlich hornförmig verlängerten Anhängsels *a* trägt; — *t* Antherenfächer.

jedes von diesen Hörnern kann selbst wieder gablig und die Anthere dadurch *vierhörnig* (quadricornis) werden (Fig. 321).

301. 302.



303. 304. 305.

306. 307. 308. 309.

§. 437. Die beiden Fächer einer zweifächerigen Anthere berühren sich bisweilen unmittelbar und verwachsen an ihren Flächen. Sie können mit der Spitze des Staubfadens verwachsen sein und legen sich sodann auf seiner inneren oder auf seiner äußeren Seite an, oder sie können durch seine ganze Dicke von einander getrennt sein: in allen diesen Fällen sagt man, die Anthere sei an den Staubfaden angewachsen (adnatus, Fig. 304), in den meisten Fällen legt sich aber nicht der Staubfaden selbst auf oder zwischen die beiden Fächer, sondern ein anderer Körper setzt ihn fort, der

301—312. Verschiedene Antheren mit der Spitze des Staubfadens *f*; — *l* Fächer; — *c* Connectiv oder Mittelband.
301. Anthere der Mercurialis annua.
302. — der Acalypha alopecuroidea.
303. — des Mandelbaumes — *'* in der Knospe — *''* in der entfalteten Blüte.
304. Anthere der Begonia manicata.
305. — der Poa compressa.
306. Anthere des Nerium oleander.
307. — der Byrsonima bicornieulata. Die leeren Fächer machen sich an der Spitze in Gestalt von zwei kleinen Hörnern vom Connective los.
308. Anthere der Humiria balsamifera. Beispiel von einem mit drüsigen Zähnen gewimperten Staubfaden.
309. Anthere der Salvia officinalis; — *lf* fruchtbares, mit Pollen angefülltes Fach; — *ls* unfruchtbares, leeres Fach.

310. 311. 312.

aber seinen Bau ändert, und den man das Connectiv (connectivum) oder Mittelband nennt, weil er so das Vereinigungsmittel der beiden Fächer ist. Seine Verhältnisse in Beziehung auf die Fächer sind sehr mannigfaltig; bald ist es ihnen an Länge gleich, und alsdann vereinigt es sie vollständig von einem Ende bis zum andern, bald ist es kürzer als sie, und kann sich sodann auf einen Punkt (Fig. 301, 302) oder eine kurze Linie reduziren; bald erlangt es dagegen eine große Entwicklung, und in diesem Falle folgt es gewöhnlich der Richtung des Fadens und verlängert sich über die Fächer hinaus in eine Granne (Fig. 306) oder in eine mehr oder minder dicke Masse, indem es die Gestalt einer Keule oder einer Zunge (Fig. 307), eines Konus (Fig. 308) u. s. w. annimmt, oder es verlängert sich in eine häutige Ausdehnung (Fig. 317, *c*), seltener dehnt es sich senkrecht auf dem Faden aus, indem es einen Wagbalken vorstellt, der an seinen beiden Endpunkten ein Fach trägt (Fig. 309, *c*).

Wir werden später sehen, daß sich das Connectiv von den Fächern durch seinen Bau unterscheidet. Es unterscheidet sich aber schon bei dem ersten Anblicke durch seine Farbe, die mit dem mehr oder minder dunklen Gelb, der gewöhnlichsten Farbe dieser Fächer, absticht.

§. 438. Wenn die Fächer mit dem Connectiv in dem größeren Theile ihrer Länge zusammenhängen, so sagt man, sie seien mit demselben angewachsen; wenn er sie nur in einem sehr kurzen Raume verbindet, so nennt man sie frei oder unverbunden. Der Verbindungspunkt kann alsdann entweder gegen die Mitte der Fächer hin oder unten liegen, und alsdann nennt man sie aufrecht; oder er kann sich oben befinden, und alsdann heißen sie hängend. Wenn sie in ihrem ganzen mittleren Theile verbunden, an ihren beiden Enden aber unverbunden sind, so stellen sie ein verlängertes *x* vor (Fig. 305), wenn sie an ihrem ganzen oberen Theile verbunden sind, es aber nicht an ihren untern Endpunkten sind, welche sich mehr oder weniger entfernen, so heißen sie, je nachdem diese Endpunkte spitzig oder stumpf sind, pfeilförmig (Fig. 306) oder herzförmig (Fig. 303, 300, 325). Dieser letztere Fall kommt sehr häufig vor.

§. 439. Das Connectiv und der Staubfaden können sich mit Beibehaltung der nämlichen Richtung und beinahe der nämlichen Dicke mit einander fortsetzen; alsdann kann die Anthere in dem Falle, wo die Fächer angewachsen sind, ihre Stellung in Beziehung auf den Staubfaden nicht verändern; sie ist unbeweglich (Fig. 304, 307, 315). Gewöhnlich verrückt sich aber die Spitze des Fadens und endigt sich unter einem sehr spitzigen Winkel in einem Punkte des Connectivs, entweder gegen seine Mitte (Fig. 267, *e*) oder dem einen seiner beiden Endpunkte näher gerückt. Es tritt

310. Fächerige Anthere der Styphelia laeta, von vorn gesehen, offen *'* — von hinten *''*.
311. Anthere der Althea officinalis vor dem Aufspringen.
312. — der Bryonia dioica.

alsdann der Fall ein, daß die Anthere endlich einen Schwengel auf dem Staubfaden bildet und nach den verschiedenen Bewegungen, die man der Blüte gibt, verschiedene Lagen annimmt; sie wird alsdann *beweglich*, *drehbar* oder *schwebend* genannt (versatilis, Fig. 310, 267).

§. 440. Wenn die Anthere einfächerig ist, so verbindet sich der Faden unmittelbar mit einem Punkte des einzigen Faches (Fig. 310). Begreiflich darf man alsdann kein Connectiv suchen; es kann dem ungeachtet durch einen Körper vorgestellt werden, der von dem übrigen Theile des Fadens verschieden ist, und der zwischen ihm und dem Fache liegt; es ist in diesem Falle anzunehmen, daß, wenn dieser Körper kein zweites, symmetrisch gestelltes Fach trägt, dieses sich nicht entwickelt habe. Man findet auch wirklich bisweilen eine Spur davon; so trägt z. B. bei den Salbetarien der Schwengel, welcher das Connectiv bildet, an einem seiner Endpunkte ein gut ausgebildetes und mit dem Pollen angefülltes Fach; an dem andern befindet sich ein mißgestaltetes ohne Pollen (Fig. 309); in einem solchen Falle ist die Anthere nur durch Fehlschlagen einfächerig. Man muß sich auch wohl in Acht nehmen, sie für eine solche in zwei einander ganz entgegengesetzten Fällen zu halten, wo ein Mißgriff so leicht ist, erstens in dem, wo jedes der beiden von einander entfernten Fächer für eine abgesonderte Anthere gehalten werden könnte, und zweitens in dem, wo sie sich durch das Verwachsen an ihren Grundflächen fortsetzen und auf diese Weise nur ein einziges zu bilden scheinen.

§. 441. Man nennt *Aufspringen* (dehiscentia) den Akt, durch welchen sich die Fächer der Anthere öffnen, um sich zu entleeren. Wir haben gesagt, daß dies am gewöhnlichsten durch eine Spalte geschieht, die ihrer Länge nach hinläuft. Diese Spalte, deren Stelle und Richtung schon im Voraus durch eine Linie oder einen Streifen bezeichnet ist (Fig. 303, 304), steht natürlicherweise der Seite gegenüber, durch welche das Fach entweder mit dem Faden oder mit dem Connective verbunden ist. In den meisten Fällen sind die Fächer in Beziehung auf den Faden oder auf das Connectiv entweder parallel oder etwas schief geneigt; würden sie sich aber noch mehr neigen und eine Lage annehmen, die sich der senkrechten nähert (Fig. 326, ag), so nimmt die Linie des Aufspringens die nämliche Richtung an, und man sagt, daß sich die Anthere der Länge nach (longitrorsum) in dem ersten Falle (Fig. 308) und der Quere nach (transverse) in dem zweiten Falle öffne (Fig. 311), und in diesem letzteren Falle kann das falsche Ansehen eines einzigen Faches daraus entspringen, daß die beiden Querspalten bisweilen zusammen zu laufen scheinen.

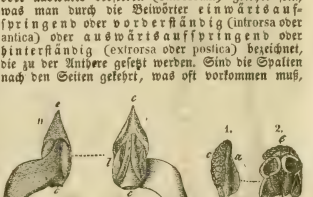
Das Fach spaltet sich nicht immer in seiner ganzen Länge auf einmal; sondern die Lippen der Spalte, die sich unten oder oben von einander entfernen, bleiben in dem übrigen Theile ihrer Ausdehnung länger vereinigt, und das Aufspringen scheint alsdann durch eine obere Oeffnung vor sich zu gehen (Fig. 317, 319).

In andern Fällen ist weder eine Spalte noch eine Linie da, welche sie anzeigt. Jedes Fach macht sich an seiner Spitze durch das Auseinandergehen der Wände, welche dasselbe bilden, ein Loch (porus), durch welches es sich entleert, wie z. B. in den Solanum, in der Poranthera (Fig. 314). Wieder ein andermal, z. B. in der Tetrathaca juncea (Fig. 315), verstießen diese Löcher in ein einziges, den gemeinschaftlichen Ausgang der Antherenfächer.

Endlich ist bei einer sehr kleinen Anzahl von Pflanzen ein gewisser Theil der Wände umgränzt; er hebt sich sodann nach Art eines Napfnens, der sich vollkommen von dem übrigen Theile losmacht und nur an einem seiner Ränder befestigt ist, in die Höhe. Die Anthere mehrerer Lorbeerarten (Fig. 316) zeigt zwei von diesen

Arten von Fenstern auf jeder Seite über einander; die Anthere der Hamamelis eine einzige.

§. 442. Wenn sich das Fach nicht durch ein Loch an der Spitze, sondern durch eine Spalte, wie dies auch der gewöhnlichste Fall ist, oder durch andere Oeffnungen aufschließt, die auf einer seiner Flächen liegen, so kann diese Fläche einwärts der Blüte (introrsum) oder auswärts derselben (extrorsum) gekehrt sein, was man durch die Beiwörter *einwärtsaufspringend* oder *vorderständig* (introrsa oder antica) oder *auswärtsaufspringend* oder *hinterständig* (extrorsa oder postica) bezeichnet, die zu der Anthere gesetzt werden. Sind die Spalten nach den Seiten gekehrt, was oft vorkommen muß,



313. Anthere der **Pyrola rotundifolia**, die an dem Ende des Staubfadens hängt und sich am Gipfel in zwei Löcher endigt.

314. Vierfächerige Anthere der **Poranthera**, die sich am Gipfel in vier Löcher (*p*) endigt.

315. Vierfächerige Anthere der **Tetrathaca juncea**, die sich am Gipfel in ein einziges Loch endigt: — 1 ganz; — 2 im Querschnitte.

316. Anthere des **Laurus persea** mit vier Fächern, die paarweise über einander stehen, wovon sich jedes durch eine Klappe (*a*) öffnet. — An dem Faden *f* sind unten zwei Drüsen *g* verwachsen, die selbst fehlgeschlagene Antheren zu sein scheinen.

317—321. Branchängelte Antheren: — *a* Anhängsel; — *b*, *p*, *c*, *f* ähnliche Bedeutung, wie in den vorhergehenden Figuren; — *r* Spalte.

317 Stehende Anthere der **Viola odorata**, von vorn 1, und von hinten 2 gesehen.

318. Anthere der **Pleraudra pyroides**: 1. ganz von der Seite gesehen; 2 untere Hälfte nach dem Querschnitte.

319. Anthere der **Erica cinerea**.

320 — des **Vaccinium uliginosum**.

321. — der **Gaultheria procumbens**.

wenn die Fächer mit den Seiten des Staubfadens oder des Connectivs verwachsen sind, so muß man diese Richtung des Aufspringens, die zwischen den vorhergehenden liegt, bezeichnen. (An der Seite oder seitenständigen Ritze aufspringend, latere oder rima lateralі dehiscens). Wie kann man aber diese verschiedene Richtungen bestimmen, wenn die Anthere schwebend ist, oder wenn sie sich an der Spitze öffnet? Für den ersten Fall kann man sie in der Knospe untersuchen, wo sie noch gerade ist und sich nicht auf den Staubfaden geneigt hat, und wenn sich in den andern Fällen der Staubfaden in der Mitte oder oben an der Anthere anhängt, so geschieht es auf ihrer inneren oder äußeren Fläche und man kann auf diese Weise ihre auswärts- oder einwärtsaufspringende Stellung darthun.

§. 443. Ebenso wie die andern Blütenorgane, die wir im Vorhergehenden untersucht haben, kann die Anthere Anhängsel haben. In den meisten Fällen sind es bloße Verlängerungen der Theile, woraus sie besteht. So können die Fächer an dem einen Ende in eine Spitze auslaufen (Fig. 321), sich in eine Platte verflachen (Fig. 319 a) u. s. w., und an dem so abgeänderten Ende ist die innere Höhlung unterbrochen. Bisweilen zeigen sich ungewöhnliche Auswüchse in Gestalt von Spitzen (Fig. 320 a) oder Warzen oder Kämme (Fig. 318 a) auf ihren Flächen. Wir haben bereits gesehen, daß das Connectiv oft über die Fächer hinaus eine mehr oder minder große Entwicklung und mannigfaltige Gestalten annehmen könne. In andern obgleich etwas seltenern Fällen verlängert es sich unten oder außen, z. B. an zwei der fünf Staubgefäße des Veilchens in einen Sporn, der in den der Korolle hineingeht (Fig. 317 a).

§. 444. Dieses letztere Verhältniß des Blumenblattes und des Staubgefäßes darf wohl gemerkt werden, es sucht ihre gemeinschaftliche Natur zu beweisen, die wir bereits angegeben und durch verschiedene Beweise und mannigfaltige Beispiele darzuthun gesucht haben. Man muß jedoch gestehen, daß unter den Theilen der Blüte das Staubgefäß derjenige ist, an welchem sich die Aehnlichkeit mit dem Blatte am meisten verwischt hat, besonders in der Anthere, wenn sie mit dem Saume, den sie vorstellt, verglichen wird, wie wir (§. 433) gesehen haben, daß der Staubfaden mit seiner oft verbreiterten Grundfläche den Blattstiel mit seiner Scheide vorstelle. In den entwickelten Organen hat sich der Unterschied immer mehr ausgesprochen, obgleich wir selbst so Beispiele von dem Uebergange der einen in die andern gefunden haben, Beispiele, die wir leicht vervielfältigen könnten, wenn die Schranken dieses Werkes es uns verstatten würden. Wenn man jene aber in einer nicht so vorangerückten Epoche untersucht, so wird dieser Unterschied weniger wahrnehmbar; wie wir dies später finden werden, wenn wir die Bildung des Staubgefäßes untersuchen, und wie man sich auf der andern Seite davon überzeugen könnte, wenn man die Bildung einer großen Anzahl von Blättern verfolgt.

§. 445. Wenn an dem Staubgefäße der Staubbeutel der wesentliche Theil für die Befruchtung ist, so ist es der Blumenstaub oder Pollen in der Anthere selbst, wie wir sehen werden. Man nennt unfruchtbar diejenigen Staubgefäße, wo dieser Pollen fehlt. Die Fächer können wohl da sein, aber schlaff und welk. In manchen Fällen verschwinden sie gänzlich und das Connectiv bleibt oft allein und entwickelt sich. Gar nicht selten sieht man, wie in diesen Fällen die Anthere in einen blumenblattartigen, bald zusammengeballten, bald zerknitterten, bald gleichsam zu einem ächten Blumenblatte entfalteten Saum verwandelt wird, und diese letztere Umwandlung kann vollständig werden; ihr verdankt man viele gefüllte Blumen. Endlich kann auch noch das unfruchtbare Staubgefäß zu einem Faden und dieser mehr oder weniger verringert werden; man sagt alsdann, es sei verkümmert.

§. 446. Nachdem wir das Staubgefäß abgesondert betrachtet haben, so wollen wir es jetzt in seiner Vereinigung in einer und derselben Blüte und in seinen Beziehungen entweder mit den andern Quirlen dieser Blüte, oder mit einander selbst untersuchen. Wir haben schon einige dieser Beziehungen angegeben: 1) diejenigen, welche von der Zahl abhängen; die Zahl der Staubfäden ist entweder der Zahl der Kelch- und der Blumenblätter gleich (isostemone Blüte, §. 376), oder ungleich (anisostemone Blüte, von ανισος, ungleich, und στημον, Staubgefäß); in diesem Falle ist diese Zahl entweder verdoppelt (diplostemone Blüte, §. 376), oder sie ist geringer (meiostemone Blüte, von μειον, weniger), oder sie ist größer als doppelt (polystemone Blüte, von πολυς, viel, zahlreich). Wir haben gesehen, daß dieser letztere Umstand bald von dem Hinzukommen neuer Quirle von Staubgefäßen (§. 376 bis), bald von der Spaltung einiger oder aller unter ihnen (§. 377) herrühren könne; 2) diejenige, welche von ihrer Lage rücksichtlich der Theile der benachbarten, gegenständigen oder wechselständigen, oder in einer Zwischenlage befindlichen Quirle abhängen; 3) diejenigen, welche von den verschiedenen Graden des Verwachsens abhängen, die zwischen ihnen und eben diesen Quirlen stattfinden können, und nach welchen ihre Einfügung, d. h. ihr scheinbarer Ausgangspunkt in Beziehung auf sie, und namentlich auf das Pistill, nach welchem man sie in drei große Klassen: unterweibige (hypogynische), nebenweibige (perigynische) und oberweibige (epigynische) Staubgefäße (§. 373) eintheilt, verschieden sein kann.

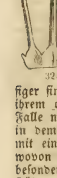
§. 447. Was ihre gegenseitigen Beziehungen anbetrifft, so können die Staubgefäße einer und derselben Blüte vollkommen unabhängig von einander sein, freie oder abgesonderte Staubgefäße (stamina libera oder distincta), oder sie können unter sich verwachsen sein, verwachsene Staubgefäße (st. coalita oder connata). Dieses Verwachsen findet unter den Antheren Statt, wie man dies bei allen Compositen, den Lobelia, den Jasione, findet, und in diesem Falle heißen die Staubgefäße verwachsenbeutelig (syngenesa oder synanthera) (von συν, mit, das in den zusammengesetzten Wörtern eine Vereinigung anzeigt, γενεσις, Ursprung, Erzeugung, und ανθηρα, Anthere). Häufiger noch kommt das Verwachsen zwischen den Staubfäden vor, entweder so, daß alle in einen einzigen Körper verwachsen, oder daß sie sich in mehrere Gruppen vereinigen, denen man, wie wir bereits wissen, den Namen Brüderigkeiten (§. 363) gegeben hat, so daß die Staubgefäße ein-

322.

323.

322. Treiderige Staubgefäße *e* vom Hypericum aegyptiacum, die das Pistill *o* umgeben; die Blütenhüllen sind weggenommen worden. 323. Männliche Blüte des Ricinus communis, die aus einem Kelche *c* von fünf zurückgebogenen Blättchen und vielbrüderigen Staubgefäßen *e* besteht. Einer der ästigen Büschel *f*, ist vergrößert daneben abgebildet.

brüderig, zweibrüderig, dreibrüderig (Fig. 322), vielbrüderig (Fig. 323) sind, je nachdem sie durch das Verwachsen ihrer Staubfäden eine, oder zwei oder drei, oder noch mehrere dieser Gruppen bilden. Wenn in dem Falle der Einbrüderigkeit das Pistill nicht unterdrückt worden ist, so müssen nothwendig die verwachsenen Staubfäden demselben einen freien Raum im Mittelpunkte der Blüte lassen und eine Röhre oder einen Ring um dasselbe bilden (Fig. 324). Ist kein Pistill da, wenn die Blüte männlich ist, so können die Staubfäden selbst in einen centralen Büschel verwachsen (Fig. 323. 1). In den Fällen, wo mehrere Gruppen von Staubgefäßen vorkommen, bilden sie entweder eben so viele Kreisabschnitte (Fig. 239), oder eben so viele Büschel (Fig. 322). Bisweilen verwachsen die Fäden in ihrer ganzen Länge; häufiger sind sie bloß unten vereint und trennen sich an ihrem oberen Theile (Fig. 239, 322). Im ersten Falle nimmt der Büschel eine säulenartige Gestalt an, in dem zweiten ist er ästig, und seine Aehnlichkeit mit einem kleinen Stamme, der sich in Aeste zertheilt, wovon sich jeder in eine Anthere endigt, ist richtig; besonders wenn sich nicht alle Staubfäden in gleicher Höhe absondern, sondern einige höher mit einander verwachsen bleiben, als andere (Fig. 323 f). Wir haben (§. 432) gesehen, daß die freistehenden Staubfäden beanhängselt sein können; es verhält sich bisweilen ebenso mit den Gruppen von Fäden derjenigen, die aus einer Spaltung entspringen. So sind z. B. in den Loasa blumenblattartige Anhängsel, die eine geringe Anzahl von Staubgefäßen tragen, mit den Blumenblättern wechselständig; so steht man in einer Gattung der Tiliaceen, der Luhea (Fig. 238), wie sich äußerst zahlreiche Staubgefäße in fünf Gruppen vereinigen, die in den Zwischenräumen der fünf Blumenblätter stehen, und wie jede dieser Gruppen mit einer Art von Platte verwachsen ist, die verlängert und selbst an ihrer Spitze in eine Menge fadenförmiger Rienchen ausgezackt ist, welche ihr Streben beweisen, sich in unfruchtbare Staubfäden zu spalten, wie sich der vordere Theil der Gruppe selbst in fruchtbare Staubgefäße gespaltet hat.


324.

§. 448. Wenn man die Staubgefäße einer und derselben Blüte mit einander vergleicht, so sind sie der Größe nach entweder gleich oder ungleich, und in dem letztern Falle mit mehr oder weniger Regelmäßigkeit. Sind sie zahlreich, so können sie um so länger sein, je weiter sie einwärts stehen (Fig. 238. 2), oder im Gegentheile, je weiter sie auswärts stehen, wie z. B. in vielen Rosaceen (Fig. 229). Bei den diplostemonen Blüten sind fast immer die den Blumenblättern gegenständigen Staubgefäße kürzer, als die wechselständigen Staubgefäße. Man nennt viermächtig (tetradynamus) (von τετρα, vier, und δυναμις, Macht, Herrschaft), diejenigen von den Cruciferen, bei welchen vier große, paarweise gesellte, mit zwei kleinern, freien wechselständig sind (Fig. 325), zweimächtig, doppeltmächtig (didynamus) (von δις, zweimal), diejenige von den Labiaten, Personaten und andern Pflanzen, wo die fünf Staubgefäße, welche mit den fünf Lappen der Korolle wechselständig sind, durch das mehr oder weniger vollständige Fehlschlagen des fünften, auf vier reduzirt sind, wovon zwei größere der oberen Seite der Blüte, zwei kleinere ihren Seiten entsprechen (Fig. 326). In dem Mangobaume, dem Hiptage, bekommt ein einziges von den zehn Staubgefäßen eine große Entwicklung. Es

325. 326.

wäre aber zu lang und überflüssig, alle mögliche Verbindungen in der relativen Größe der ungleichen Staubgefäße zu mustern.

§. 449. Was ihr Verhältniß zu der Korolle anbetrifft, so muß es in der Beschreibung angegeben werden. Wenn die Staubgefäße länger sind und über die Korolle hinausgehen, so werden sie hervortretend (exserta) genannt; sind sie hingegen kürzer und werden sie demnach von ihr verborgen, so heißen sie eingeschlossen, nicht hervorragend (inclusa, Fig. 287 und die folgenden, 326).

§. 450. Sie haben mannigfaltige Richtungen; entweder unmittelbar in die Höhe, aufrecht (erecta); oder gegen den Mittelpunkt der Blüte hin, einwärts gebogen (inflexa), oder auswärts, so daß sie bloß aus einander laufen, oder sich horizontal entfalten, etwas abstehend (patula); oder daß sie sich ganz krümmen, zurückgebogen (reflexa), oder sogar hängen, oder sich der senkrechten Linie nähern, hängend (pendula). Bisweilen neigen sich alle, indem sie sich nach einer und derselben Seite der Blüte hinkrümmen, nach oben oder nach unten, abwärts geneigt, niedergebogen (declinata), wie an der Roßkastanie, dem weißen Diptam.

§. 451. **Bau des Staubgefäßes.** — Nachdem wir die äußeren Formen der Staubgefäße an den verschiedenen Arten von Pflanzen und die Beziehungen untersucht haben, welche die Staubgefäße einer und derselben Blüte unter sich und in Beziehung auf die andern Theile derselben haben können, so wollen wir jetzt den anatomischen Bau des Staubgefäßes erforschen.

Von dem Staubfaden. — Der Staubfaden besteht 1) aus einem centralen Büschel von Lufigefäßen, ein Büschel, der ihn von der Grundfläche bis zu seiner Spitze durchzieht, ohne sich auf diesem ganzen Wege zu verästen; 2) aus einer Schichte Zellgewebe, das diesen Gefäßbüschel umgibt; 3) aus einer dünnen Epidermis, auf welcher man bisweilen Spaltöffnungen, aber sehr selten, findet.

Der Lufigefäßbüschel setzt sich fort und endigt sich in dem Connectiv, bisweilen auch früher. Dieses Connectiv besteht übrigens aus einer Anhäufung von Zellen, die sowohl ihrer Farbe als ihrer Gestalt nach von den Zellen des Staubfadens in etwas verschieden sind. Sie haben oft die Consistenz eines drüsigen Gewebes.

§. 452. **Von dem Staubbeutel oder der Anthere.** — Die Decher der Anthere im vollkommenen Zustande zeigen innerlich eine mit dem Blumenstaube oder Pollen angefüllte Höhle; äußerlich eine epidermisartige Haut (Fig. 327, ee), die oft

325 Beschaffenheit der viermächtigen Staubgefäße des Cheiranthus Cheiri: — *p* Spitze des Blütenstielchens; — *c* Narben von den abgefallenen Kelchblättchen; — *cg* zwei Paar große Staubgefäße; — *cp* kleine Staubgefäße; — *t* drüsiger Torus, auf dem sich alle diese Staubgefäße einfügen.

326 Korolle der Digitalis purpurea, die durchschnitten und ausgebreitet ist, um die Beschaffenheit der in ihr enthaltenen zweimächtigen Staubgefäße zu zeigen: — *t* Röhre; — *f* Staubfaden; unter ihrer Einfügung i kann man ihre Zunahme an Dicke von der Korolle bis zur Grundfläche wahrnehmen; — *ag* Antheren der großen Staubgefäße; *ap* der kleinen.

321. Drei von den zehn Staubgefäßen der Tamarix gallica. Man sieht, daß die Staubfäden blos unter sich an ihrer verbreiterten Grundfläche so verwachsen sind, daß sie eine Art Ring bilden, wovon man hier ein Stück sieht.

mit Spaltöffnungen übersäet ist; in dem Zwischenraume liegt eine Schichte von einem besondern Gewebe (*ef*), dessen Natur und Gestalt man leicht begreifen wird, wenn wir sagen, daß es mit einer Vereinigung von spiralförmigen (Fig. 25) oder ringförmigen (Fig. 26), oder noch öfter netzförmigen (Fig. 27) Zellen angefangen hat, die in einer oder mehreren Reihen der Dicke liegen. Gewöhnlich ist aber die Haut dieser Zellen bei der bevorstehenden Reife der Anthere gänzlich verschwunden, und es bleibt nichts übrig, als die Fäden oder Streifchen, die demnach spiralförmig, noch öfter aber ringförmig oder netzförmig (Fig. 27, *cf*) geordnet sind. Man hat *faserige Zellen* diese durchsichtige Zellen genannt, welche auf diese Weise auf die Platten reduzirt wurden, die sie anfänglich füllterten, auf ihre Fasern, indem man mit diesem Worte nicht den Begriff einer gestreckten Zelle verbindet, wie wir es in dem ganzen Verlaufe dieses Werkes gethan haben, sondern den eines Fadens oder eines vollen Bandes. Diese faserige Schichte nimmt in dem Verhältnisse an Dicke ab, als sie sich der Linie nähert, nach welcher das Aufspringen der Anthere vor sich gehen soll, und unterbricht sich vollständig auf dieser Linie. Diese kleine, sehr elastische und hygrometrische Platten müssen sich spannen und abspannen, sich auf verschiedene Weise strecken und krümmen, je nachdem die Anthere trockener oder feuchter ist, und diese Abwechslungen müssen auf der einen Seite der Entwicklung der Anthere, deren anfänglich reichliche Säfte wieder eingesogen werden oder nach und nach verdunsten, und auf der andern Seite dem veränderlichen Zustande der Atmosphäre folgen. Das Gewebe, welches die Wand der Anthere bildet, und das auf diese Weise einer Reihe von Zügen nach verschiedenen Richtungen unterworfen ist, zerreißt natürlicherweise da, wo es nur geringen Widerstand zeigt, d. h. in der Linie, oder an dem Punkte, wo die faserige Schichte unterbrochen wurde, und auf diese Weise spaltet sich endlich das Fach und tritt mit außen in Verbindung, so daß es dem in der Höhlung eingeschlossenen Pollen einen freien Ausweg gestattet, einen Ausweg, den die unterbrochenen Zusammenziehungen des elastischen Gewebes nachher begünstigen und vervollständigen.

327.

Wir wollen jetzt untersuchen, welche Reihenfolge von Veränderungen das Staubgefäß von seinem ersten Auftreten in der Blüte bis zu diesem vollkommenen Zustande erlitten hat, der unmittelbar dem Aufspringen der Anthere vorangeht, oder dasselbe begleitet.

Es zeigt sich zuerst in der Blüte in der nämlichen Gestalt, in welcher alle blattartige Organe bei ihrem ersten Auftreten erschienen sind, in dem Zustande einer kleinen, vollen, zelligen Warze. Diese Warze behnt sich nun aus, und es ist zu bemerken, daß sie alsdann grünlich ist, obgleich sie später eine ganz andere Farbe, gewöhnlich die gelbe, annehmen muß; sie verlängert sich nun, ohne sich jedoch noch durch ihre Gestalt von den andern Organen der Blüte zu unterscheiden (§. 421). Auf ihrer Mitte zeigt sich gewöhnlich eine oberflächliche Längenfurche, das Zeichen der künftigen Trennung in zwei Fächer, eine Furche, die dem Gipfel des Staubfadens oder dem Connective entsprechen wird, und welche die grünliche Farbe länger als alles Uebrige beibehält. Wenn der Staubfaden anfängt sich später zu zeigen, so hat die Anthere bereits ihre charakteristische Form angenommen, und es zeigen sich früher oder später an den Seiten zwei neue Furchen, die gewöhnlich mit der Mittelfurche parallel laufen und die ersten Zeichen der Linien des Aufspringens sind.

§. 452 (bis). **Entwicklung des Staubgefäßes im Allgemeinen.** — So wie sich der Staubfaden einmal gezeigt hat, so fährt er fort, sich mehr oder weniger schnell zu verlängern. Bisweilen findet man ihn, entweder weil er kurz bleiben soll, oder weil er in der Knospe seine ganze Länge nicht erreicht, gerade in derselben; wenn er in andern Fällen seine ganze Länge erlangt und die der Knospe übertrifft, so dreht er sich zusammen oder ballt sich, oder wickelt sich um sich selber; lauter Abänderungen, die man bei gewissen Pflanzen und sogar bei gewissen Familien als constant annehmen darf. Der Staubfaden ist im Anfange ganz zellicht; erst nach Verfluß einer gewissen Zeit fangen die Mittelpunktszellen an, sich zu organisiren und sich in Luftgefäße zu verlängern.

Wir wollen bei dieser ganzen Entwicklung auf eine unbestreitbare Aehnlichkeit mit der Entwicklung des Blattes aufmerksam machen: die der Anthere, welche den Saum vorstellt, geht der des Staubfadens voran, welcher den Blattstiel vorstellt, so daß das Staubgefäß, das zuerst an seiner Spitze gebildet wurde, sich mehr oder minder lange an seiner Grundfläche zu verlängern fortfährt. Einige Beobachtungen möchten dahin abzwecken, diese Aehnlichkeit dadurch zu ergänzen, daß sie uns zeigen, daß in gewissen Fällen, wo der Staubfaden bei seiner Einfügung eine Verbreiterung zeigt, die dem scheideartigen Theile des Blattes ähnlich ist, diese Verbreiterung sich selbst eher zu entwickeln scheint, als der verdünnte oder blattstielständige Theil des Staubfadens, wie dies an der blattfändigen Scheide stattfindet (§. 147).

Wir haben (§. 421) gesagt, daß man oft in der Knospe die Staubgefäße vergleichungsweise viel entwickelter antreffe, als die Blumenblätter. Demungeachtet haben sich diese vorher oder zu gleicher Zeit gezeigt; es kann sich aber ereignen, daß ihre langsamere Entwicklung von der der Staubgefäße bald übertroffen werde, namentlich von denen, welche mit ihnen wechselständig sind, und daher nicht nur größer, sondern auch früher zeitig sind, als die blumenblattgegenständigen Staubgefäße. Dies ist ein neuer Beweis für die innige Verbindung dieser letztern mit den Blumenblättern.

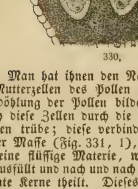
§. 453. **Entwicklung der Anthere, insbesondere und vorzüglich des Pollen.** — Was in der Entwicklungsgeschichte des Staubgefäßes am meisten wichtig ist, das ist die Entwicklung des eigentlichen Gewebes der Anthere und der Bildung des Pollen, der ihren wesentlichen Theil, das Agens der Verrichtung ausmacht, die sie zu erfüllen bestimmt ist.

Wir haben gleich anfangs gesehen, daß das Antherengewebe homogen sei (§. 451); alle Zellen, woraus dasselbe besteht, haben beinahe die nämliche Gestalt und Dimensionen (Fig. 328). Etwas später scheint sich das Gewebe an mehreren Stellen zu zerfressen, die in einer gewissen Entfernung von der Peripherie liegen, und aus seiner Zerstörung entspringen eben so viele, anfangs enge und linealische, sodann immer erweitertere Gruben. Diese Gruben sind gewöhnlich der Zahl nach vier, zwei für jede Hälfte der Gesammtmasse der Anthere, eine Hälfte, welche auf eine entschiedene Weise das Fach bildet. Eine schleimige Flüssigkeit, die sich unstreitig auf Kosten des zerfrorten Gewebes bildete, füllt die Gruben aus, und man sieht bald, wie sie sich selbst zu Zellen organisirt (Fig. 329 und 330); die äußeren kleineren (*ep*), deren Schichte sich als Wand über die ganze Oberfläche der Grube ausdehnt und die wir *Fächlein* nennen können; die inneren (*up*), die weit größer nicht bloß als diejenigen sind, die sich zu gleicher Zeit mit ihnen gebildet haben, sondern auch als alle diejenigen, die schon vorher da

327. Stück von dem Horizontalschnitte der Antherenwand von Cobaea scandens zur Zeit des Aufspringens; — *ee* äußere Schichte, die aus den Zellen der Epidermis besteht; — *cf* faserige Zellen, welche die innere Schichte bilden.

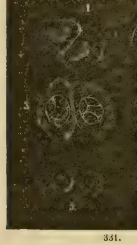
328.

329.



330.

waren. Man hat ihnen den Namen **Pollenzellen** oder Mutterzellen des Pollen gegeben, weil sich in ihrer Höhlung der Pollen bildet. Bald werden auch wirklich diese Zellen durch die Gegenwart zahlreicher Körnchen trübe; diese verbinden sich nach und nach zu einer Masse (Fig. 331, 1), die sich sodann in vier, durch eine flüssige Materie, welche das Innere der Zelle ausfüllt und nach und nach fest wird (Fig. 331, 2), getrennte Kerne theilt. Dieses Festwerden geht gewöhnlich von der Peripherie der Pollenzelle gegen ihren Mittelpunkt hin, und man sieht demnach, wie sich Scheidewände von außen nach innen hinziehen, bis sie sich im Mittelpunkte begegnen und auf diese Weise die ursprüngliche einfache Höhlung der Zelle in vier Theile theilen (Fig. 331, 3). Jeder der körnigen, abgesonderten Kerne hüllt sich in eine eigene Haut



331.

328. Horizontalschnitt einer Anthere von **Cucurbita pepo**, von einer Knospe genommen, die nur zwei Millimeter in der Länge hat.

329. Horizontalschnitt der nämlichen von einer etwas entwickelteren Knospe: — *ce* äußere Schichte der Zellen, welche die Epidermis bilden; — *ci* zwischenliegende Schichte von Zellen in mehreren Reihen, wovon die meisten eingelegen werden; — Fächlein, die von einem Gewebe von weit größeren Zellen *up* ausgefüllt werden und der erste Zustand der Pollenzellen sind, die mit einer Schichte von kleineren Zellen *ep* überzogen sind.

330. Horizontalabschnitt derselben, nur noch mehr entwickelt. Gleiche Bedeutung für die nämlichen Buchstaben.

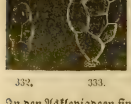
331. Entwicklung des Pollens in dem Viscum album: — 1 zwei Pollenzellen, die mit einer körnigen Masse erfüllt sind; — 2 Erscheinung von vier Kernen in dieser Masse; — 3 Absonderung in vier Massen, wovon jede einem Kerne oder einer neuen Zelle entspricht; — 4 Pollenzelle, wo diese inneren Zellen schon getrennt sind; — 5 zwei von diesen letzteren oder jungen Pollenkörnern aus der Mutterzelle; — 6 Pollenkörner im vollkommenen Zustande.

und fährt fort zu wachsen (Fig. 331, 4); in dem Verhältnisse als sie wachsen, verdünnen sich dagegen die Wände und Scheidewände der Zelle, welche vorher dick und fastvoll waren, stufenweise und so, daß sie endlich verschwinden und daß die Kerne der verschiedenen Zellen eines und desselben Fächleins in ihrer Höhlung frei werden; nun sind diese Kerne nichts anderes als Pollenkörner (Fig. 331, 6). Wir bemerken hier diese Vervielfältigungsweise des Zellgewebes, die wir schon früher (§. 325) angegeben haben, durch die Bildung mehrerer neuen Zellen in der Höhlung der Mutterzelle. Die Pollenkörner sind selbst nur eben so viele Zellen, die durch eine besondere Gestalt und Struktur merkwürdig sind, und weil sie, anstatt unter sich in einem stetigen Gewebe verbunden zu bleiben, ganz unabhängig von einander werden, so daß sie eine Art Staub bilden.

Das Wachsthum der Pollenkörner scheint in dem Verhältnisse, als sie sich auf diese Weise entwickeln, nicht bloß auf Kosten der Pollenzellen, deren Substanz nach und nach eingesogen wird, sondern auch auf Kosten der andern Zellen vor sich zu gehen, deren ursprünglich zahlreichere Schichten (Zig. 329, 330, *ci*) in Folge des Einsaugens der inneren, endlich auf eine sehr geringe Zahl, auf zwei, drei oder vier reduzirt werden, indem die oberflächliche (*ce*) die Epidermis der Anthere, die tieferere ihre Hülle von faserigen Zellen bilden. Die Verwandlung, welche diesen ihre bestimmte Gestalt gibt, geht sehr schnell, fast plötzlich gegen den Augenblick hin vor sich, in welchem die Pollenkörner ihren vollkommenen Zustand erreichen, so daß das Aufspringen fast zu gleicher Zeit stattfindet.

Bei dieser stufenweisen Vernichtung des Zellgewebes der Antherenwände hat sich der zwischen den Fächlein liegende Theil selbst gradweise verdünnt und bildet zwischen ihnen nur eine schwache Scheidewand, deren äußerer Rand die Aufspringungslinie berührt. In dem Augenblicke, wo dies stattfindet, treten die beiden Fächlein in Berührung mit einander und bilden auf diese Weise ein Antherenfach, auf dessen Grunde die ursprüngliche Scheidewand sich nur noch als eine kurze, mehr oder weniger sichtbare Falte zeigt (Fig. 310). Begreiflich kann, wenn die Anthere sich nicht ihrer ganzen Länge nach in eine Spalte öffnet, sondern bloß durch ein Loch an der Spitze, diese Scheidewand nicht zerreißen und die Fächlein auch ferner noch trennen; in diesem Falle wird die Anthere vierfächerig genannt (Zig. 315). Die meisten sind es anfänglich, und jedes Fach entspringt wirklich aus der Zusammenkunft von zweien, die zuerst und lange Zeit getrennt waren. Die bleibende vierfache Zahl der Fächer ist also nur eine kleine Modifikation des gewöhnlicheren Falles.

§. 454. **Pollen.** — Wir haben gesagt, daß der Stoff der Pollenzellen durch Einsaugung vollständig verschwinde und daß sich demnach die Pollenkörner frei in den Höhlungen der Anthere befinden; dies ist der gewöhnlichere Fall; man findet indessen bisweilen mehr oder weniger evidente Spuren von dem vorhergegangenen Zustande. So findet man in den Antheren der Onagrarien die reifen Körner noch unvollständig mit einer Menge klebriger Fasern verbunden, die doch nichts anderes sein können, als die Ueberreste von der Substanz der Pollenzellen, die unvollständig eingesogen wurde. Eine ähnliche Anordnung findet man in dem Pollen vieler Orchideen, dessen Körner, durch eine Materie, welche den nämlichen Ursprung und die Consistenz des Vogelleims zeigt, welchen ein leichtes Ziehen zu elastischen Fäden ausdehnt, in mehrere Massen vereint sind. Wenn man diese Massen zerlegt, so kommt man auf Klümperungen von Körnern, die zu vieren verwachsen sind: es sind die, welche in einer und derselben Zelle gebildet wurden und ihren ursprünglichen Zusammenhang behalten haben. Wir können eine große Menge von



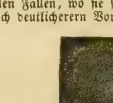
332. 333.

Pollen anführen, welche auf diese Weise zu vier (Fig. 332), oder zu acht (Fig. 333), oder sogar zu sechzehn zusammengeklumpert waren, sei es nun, daß die von zwei oder von vier Zellen sich auf eine bestimmte Weise gruppirten, oder daß sich in einer und derselben Zelle eine vielfache Zahl gebildet habe. In den Asklepiadeen sind alle Körner eines und desselben Faches an ihren Wänden in eine einzige Masse verwachsen und bilden auf diese Weise ein stetiges Zellgewebe.

§. 455. Lassen wir aber diese verschiedenen seltenen Strukturarten bei Seite und kehren wir zu der zurück, die man gewöhnlich antrifft, nämlich zu der, wo die Körner, die sich ganz frei in einer gemeinschaftlichen Höhlung befinden, dieselbe in Gestalt eines feinen Staubes ausfüllen und sich zerstreuen, wenn sie herauskommen. Diese Körner, haben wir bereits gesagt, sind selbst Zellen; wir haben also hier zwei Theile zu untersuchen; einen enthaltenden oder die Hülle, und einen andern, den enthaltenen.

§. 456. Wenn das Pollenkorn reif ist, so ist seine Hülle gewöhnlich doppelt und besteht aus einer äußeren und einer inneren Haut. Die erste hat sich gleich anfangs gebildet und sich später mit der zweiten gefüttert, wie man es auch erwarten mußte. In einigen seltenern Fällen findet man eine dritte Haut dazwischen und in einigen noch weit seltenern nur eine einzige, und alsdann ist sie ihrem Gewebe nach der inneren ähnlich (Fig. 337.

Die äußere Haut gibt dem Pollenkorn seine Gestalt und seine Farbe, die in einer und derselben Art von Pflanze constant sind. Sie ist gewöhnlich ziemlich hart und fest, bald glatt, bald ganz mit kleinen Punktirungen (Fig. 334) oder auch oft sogar mit Körnungen besäet (Fig. 335), die ihr unter dem Mikroskope das Aussehen einer genarbten Haut geben; bald ist sie mit Warzen oder sogar mit kleinen Erhabenheiten besetzt, welche unter der Vergrößerung eben so viele Haare oder Stacheln vorstellen (Fig. 336). Es ereignet sich bisweilen, daß diese Erhabenheiten, welche mit einer großen Regelmäßigkeit vertheilt und durch eine ähnliche, beinahe gallertartige Materie verbunden sind, auf diese Weise ein Netz bilden, das an der Oberfläche der Körper hervorspringt, die man alsdann gemodelt nennen könnte (Fig. 336). Es ist zu bemerken, daß die äußere Oberfläche in allen Fällen, wo sie sich mit Körnungen oder andern noch deutlicheren Vorsprüngen überzieht, gewöhnlich eine ölichte und farbige Flüssigkeit ausschwitzt, was ihr ihre Farbe gibt, während sie gewöhnlich keine hat, wenn das Korn vollkommen glatt ist; alsdann läßt es sein Inneres durch seine durchsichtigen Hüllen wahrnehmen. In den andern Fällen erhält man seine Durchsichtigkeit erst dann, wenn man den öligen Ueberzug mit Hülfe geeigneter Reagentien z. B. eines fetten oder wesentlichen Oeles ausgelöst hat.



334. 335.

336.

332. Pollen von Pergiora graeca.
333. Pollen von Inga anomala.
336. Pollenkorn von der Ipomoea.

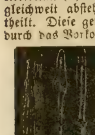
§. 457. Wohl hat über die Natur dieser äußern Hülle eine Meinung aufgestellt, welche von der Mehrheit der Botaniker nicht getheilt wird. Er meint, daß sie bei einer sehr großen Anzahl von Fällen durch eine Art Epidermis, eine Schichte neben einander liegender Zellen, die in ihrem Inneren den öligen Ueberzug absondern, gebildet werde, daß sie augenscheinlich in gewissen Pollen mit Netzwänden (Fig. 345) seien, daß sie aber auch in den meisten andern vorkommen, und daß die Körnungen nichts anderes seien, als sehr kleine, gewissermaßen fixirte Zellen, welche durch den Zwischenzellenstoff, der sich hautartig über die ganze Oberfläche des Pollen ausbreitet, unter einander verbunden seien. Dies wäre also diese Materie allein, welche die äußere Hülle bildet, wenn sie einfach ist.

§. 458. Was die innere Haut anbetrifft, so ist sie bei allen verschiedenen Pollen, identisch, glatt, sehr dünn und durchsichtig und äußerst dehnbar. Bei einigen Pflanzen, z. B. bei den Gramineen, hängt sie in ihrer ganzen Ausdehnung an der äußeren Haut; bei andern bloß an gewissen Stellen; bei den meisten macht sie sich ganz los.

§. 459. **Befruchtungsstoff.** — In dem Inneren dieser inwendigen Hülle befindet sich eine Materie, welcher man den Namen Befruchtungsstoff (fovilla) gegeben hat, der aus einer dicken Flüssigkeit und aus einer Menge kleiner, körniger Körperchen besteht, mit denen sich häufig ölige Tröpfchen verbinden, und denen sich weit seltener Stärkemehlkörnchen substituiren. Die Körperchen sind gewöhnlich von zweierlei Art (Fig. 348 f). Die meisten sind außerordentlich klein und sphärisch; einige sind (Fig. 349) weit größer, auch kugelförmig, oder ellipsoidisch, oder in kurze Cylinder gestreckt, die sich an ihrem Ende verrümmen. Diese Körperchen, besonders die letzten, haben die Aufmerksamkeit der Physiologen besonders auf sich gezogen, welche in ihnen die unmittelbaren Agenten der Befruchtung zu erkennen vermeinten und in denselben auch sehr merkwürdige Bewegungen nachgewiesen haben. Ist aber dieses Vermögen, sich zu bewegen, wirklich eine Lebenskraft? R. Brown hat erkannt, daß ein sehr wirksames Erschüttern, welches alle diese Körperchen, die sich wechselsweise einander nähern und sich wieder von einander entfernen und die demnach einer ganz augenscheinlichen Ortsveränderung fähig sind, keine Eigenschaft sei, die ihr eigenthümlich ist, sondern daß sie gleichfalls in den Atomen aller, nicht bloß organischer, sondern auch unorganischer Körper angetroffen werde. Es darf hier nicht die Rede von jener Bewegung sein, die man die Brownsche genannt hat, und welche eine physische und allgemeine Eigenschaft der außerordentlich zertheilten Materie zu sein scheint; man glaubte aber in den Körperchen des Befruchtungsstoffes einige charakteristischere Phänomene der Ortsveränderung wahrzunehmen, die in Flüssigkeiten, die wie z. B. der Alkohol, des Lebens beraubt sind, oder einige Zeit nach ihrem Herauskommen aus dem Pollenkorne bald stille stehen, und bis auf einen gewissen Punkt hin an die der Infusionsthierchen erinnern, besonders bei den Körperchen, welche größer oder gestreckter sind und an denen man Bewegungen der Zusammenziehung oder der Biegung wahrgenommen hat (Fig. 349). Diese zarten Beobachtungen, der Gegenstand so vieler Streitschriften, müssen also geprüft werden,

indem man untersucht, ob diese ganz wirkliche Erscheinung sich nicht durch eine Täuschung oder eine rein physische Ursache erklären lasse. Wie dem nun auch sei, ob der wirkliche Theil in diesen Körperchen, oder in der Flüssigkeit, in welcher sie schwimmen, oder in beiden zugleich liege, so unterliegt es doch keinem Zweifel, daß der Befruchtungsstoff das wesentliche Element des Pollen sei.

§. 460. **Hüllen und äußere Formen des Pollen.** — Wir haben jetzt noch vorzutragen, wie seine Wirkung durch die Häute, welche ihn einhüllen, stattfindet: dies wird uns die Untersuchung der verschiedenen Formen des Pollen und seiner verschiedenen Arten des Aufspringens kennen lehren. Die Pollenkörner zeigen sich gewöhnlich in Gestalt eines Ellipsoids (Fig. 339, 340), das an seinen beiden Enden, die man seine Pole nennen kann, mehr oder weniger verdünnt ist (pp); ebenso kann man Aequator die Kreislinie (e) nennen, welche von diesen beiden Enden gleichweit absteht, und es in zwei gleiche Hälften theilt. Diese gewöhnlich ideale Linie wird bisweilen durch das Vorkommen gewisser besonderer Punkte bezeichnet, die wir sogleich kennen lernen werden. In dem Falle, wo das Korn ein Ellipsoid ist, wie in dem seltneren, wo es ein Sphäroid ist, zeigt die Oberfläche eine stetige Krümmung. Bei einer sehr kleinen Anzahl von Pflanzen, z. B. bei der Zostera maritima und mehreren anderen Zosteraceen verlängert sich das Korn in eine eigentliche Röhre oder Cylinder, einer Art hohlen Fadens (Fig. 337). In andern Fällen zeigt die Oberfläche diese Regelmäßigkeit nicht, sondern scheint durch das Zusammentreffen mehrerer gekrümmter Abschnitte entstanden zu sein. Eine ziemlich gewöhnliche Form ist die, welche aus dem Zusammentreffen von dreien dieser Abschnitte entsteht, und alsdann sagt man, der Pollen sei dreifeitig (trigonus, Fig. 348, 350).


337.

Endlich nehmen auch nicht selten die Pollenkörner die Gestalt eines Polyeders an. Alsdann sind ebene oder schwach gekrümmte Flächen durch Körperwinkel getrennt, die bisweilen kammartige Vorsprünge bilden.

338.

Alle diese Flächen können unter sich ganz ähnlich sein; in den meisten Fällen sind sie es aber nicht, und man findet z. B., daß die, welche den Polen (p) entsprechen von denen verschieden sind, welche dem Aequator (e) entsprechen (Fig. 338).

§. 461. Wir müssen hier bemerken, daß die Gestalt des Pollen nach dem größeren oder geringeren Grade der Feuchtigkeit, von welcher er durchdrungen ist, modifizirt wird. Läßt man ihn einige Zeit der Luft ausgesetzt, so vertrocknet er und zieht sich zusammen; seine Pole oder seine Winkel werden immer spitziger (Fig. 347, 1). Thut man ihn dagegen ins Wasser, so schwillt er an (Fig. 347, 2), seine Winkel verschwinden und er nimmt bald das mehr oder minder vollständige Aussehen eines Kügelchens an. Seine eigentliche Gestalt muß also zwischen diesen beiden Extremen gesucht werden, nämlich die, welche er in dem Inneren der noch verschlossenen Anthere, in einem feuchten, aber nicht flüssigen Mittel hat.

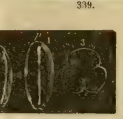
§. 462. **Aufspringen des Pollen.** — Das Aufspringen des Pollen rührt von der ungleichen Fähigkeit her, welche seine zwei Häute besitzen, sich auszudehnen, wenn sie mit einer Flüssigkeit in Berührung gebracht werden. Die äußere, welche sie in einem weit geringeren Grade, als die innere besitzt, muß endlich, von dieser gedrängt, ihr einen Weg machen. Dieser Weg findet durch Oeffnungen Statt, die entweder zufällig, oder schon im Voraus auf der Oberfläche des Korns angebracht sind.

Die erste Art findet Statt, wenn seine Oberfläche in ihrer ganzen Ausdehnung vollkommen homogen ist, wie sie es bei einer gewissen Anzahl von Pflanzen wirklich ist. Wenn nun an irgend eine Stelle des Korns Feuchtigkeit hinkommt, so sucht der entsprechende Theil der inneren Haut sich mehr als die andern auszudehnen, während der erweichte Theil der äußereren Haut, ihr einen geringeren Widerstand entgegenstellt, und von innen nach außen gedrängt, endlich zerreißt.

§. 463. Bei den meisten Pollen aber gehen die Sachen nicht so vor, weil sich schon im Voraus auf der Oberfläche der äußeren Haut schwächere Stellen als andere vorfinden, sei es nun, daß sie daselbst bloß verdünnt ist, oder daß sich auf derselben wirkliche Unterbrechungen im Zusammenhange vorfinden. Diese Verdünnungen zeigen sich gewöhnlich in Gestalt von Falten, die in das Innere des Korns hineingehen; die Unterbrechungen der Stetigkeit in der Gestalt kleiner kreisrunder Oeffnungen, die man Löcher, Poren nannte, die aber, wie die der Zellen, denen man den nämlichen Namen gegeben hat (§. 17), vielleicht gewöhnlich nur kleine Räume sind, die selbst außerordentlich verdünnt und demnach fähig sind, weit schneller zu zerreißen. Bald zeigen die Körner eines und desselben Pollen nur Falten ohne Poren, bald Poren ohne Falten, bald beide.

§. 464. Der verdünnte Theil der Haut, welcher den Falten entspricht, unterscheidet sich gewöhnlich durch sein Aussehen von dem übrigen Theil der Oberfläche, obgleich er in gewissen Fällen an die schwächeren Kennzeichen erinnert, daß sie z. B. theilweise mit Punktirungen oder Körnungen bedeckt ist. Gewöhnlich ist er aber glatt und durchsichtig. Die Falten nehmen bisweilen die ganze Länge des Korns ein, und erstrecken sich von einem Pole zum andern, was ihre gewöhnliche Richtung ist. In andern Fällen sind sie kürzer, und auf eine gleiche Weise von den beiden Polen entfernt. Ihre Zahl ist verschieden: gewöhnlich ist es die Einheit, die man bei den meisten monokotyledonischen Pflanzen wahrnimmt (Fig. 339), oder die Zahl drei, die man im Gegentheile bei vielen dikotyledonischen Pflanzen findet (Fig. 340). Das Dasein bloß von zwei Falten ist für eine kleine Anzahl von Beispielen nachgewiesen wor-

339.


340.

341.

337. Pollen der Zostera maritima: — 1. Haufen von Körnern, die in einer Anthere enthalten sind und gleichsam einen Strang Garn vorstellen; — 2. zwei Ende von diesen Fäden, noch weit mehr vergrößert.

338. Korn des Pollen von Chicorium intibus.

339. Pollen von Allium fistulosum: — p Pol; — e Aequator; — 1. Korn von der einen; — 2. von der entgegengesetzten Seite gesehen; — 3. sein Querschnitt nach dem Aequator.

340. Pollen des Convolvulus tricolor. Buchstaben und Nummern haben gleiche Bedeutung, wie in der vorhergehenden Figur.

341. Korn des Pollen von Mimulus moschatus.

den; das von vier ist auch sehr selten, das von sechs weit weniger. Man kann noch mehr, sogar zwölf und darüber hinaus finden.

Diese Falten sind fast beständig gerade und nur in einigen sehr seltenen Fällen nehmen sie eine krumme oder sogar spiralförmige Richtung an, und trennen auf diese Weise zwei selbst spiralförmig gewundene Gürtel z. B. in dem Mimulus moschatus (Fig. 341).

Wenn das Korn durch das Wasser aufgeschwollen ist, so verschwindet die Falte, und ihre Haut nimmt durch das Entfalten nach und nach die Gestalt einer sphärischen Spindel an, das heißt eines Abschnittes der Oberfläche, der zwischen zwei Bögen liegt, welche gegen die Pole hin convergiren. Bei einer kleinen Anzahl von Pollen scheint diese Ausdehnung der Falte der normale Zustand zu sein, und man bemerkt an denselben die verringerten, aber nicht geschlagenen Gürtel. In diesem Falle unterbrechen sie sich oft nicht an den Polen, sondern sie verwachsen daselbst mit einander.

§. 465. Die Poren sind, so wie die Falten, ihrer Zahl nach sehr verschieden, und gehen in dieser Beziehung die nämlichen Verbindungen ein, d. h. man findet oft nur einen einzigen, und dies gewöhnlich bei den monokotyledonischen Pflanzen z. B. bei den Gramineen (Fig. 342) oft drei, und dies bei den dikotyledonischen; bisweilen zwei, ein andermal vier

342.

343.

344.

oder noch mehrere. Wann es mehrere sind, so können sie auf eine regelmäßige Weise kreisförmig gestellt sein, und dieser Kreis ist der des Aequators (Fig. 343), oder sie sind auch auf die ganze Oberfläche mit einer wahrnehmbaren Regelmäßigkeit oder ohne scheinbare Ordnung vertheilt.

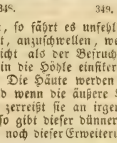
Die Poren stellen sich äußerlich auf verschiedene Arten, noch weit besser aber dar, wenn man das Körnchen durch Befeuchten zum Anschwellen gebracht hat. Man erblickt alsdann die Poren in Gestalt eines kleinen Runds, das von einer durchsichtigen Haut gebildet ist: sei es nun die äußere, welche außerordentlich verdünnt ist, oder die innere, die sich an der klaffenden Oeffnung zeigt. Die erste Meinung scheint die richtigere zu sein; wenigstens ist es in einigen Fällen augenscheinlich, daß der Pore mit der äußeren Haut überzogen ist, die ihre Consistenz und alle ihre Merkmale beibehalten hat, ausgenommen in einem Umfange, der von einer äußerst feinen Linie beschrieben ist (Fig. 315, o). Der so umschriebene Kreis löst sich endlich ab, und wird wie eine Art Deckel nach außen gestoßen (Fig. 346, o); man hat die Pollen, welche diese Art des Aufspringens zeigen, bedeckelt genannt. In andern Fällen steht der Pore an dem äußersten Ende eines Vorsprunges, der sich um so deutlicher zeigt, je feuchter der Pollen ist: dies steht man besonders an den dreiseitigen Körnern der Onagrarieen (Fig. 350, 351), wo sich die drei Winkel im Wasser in einem bedeutenden Grade verlängern.

§. 466. Endlich können die nämlichen Körner bei einer großen Anzahl von Pflanzen, die alle zu den dikotyledonischen gehören, zu gleicher Zeit Falten und Poren zeigen; bald entsprechen die einen den andern, oder ein einziger Pore der Mitte einer jeden Falte oder zwei Poren den beiden Endpunkten einer und derselben Falte; bald zeigen die Falten nur Poren von zwei zu zweien, so daß man z. B. bloß drei von den ersten auf sechs oder neun von den zweiten (Fig. 347) findet; endlich kommen bald Falten und Poren vor, die von einander getrennt und wechselständig sind.

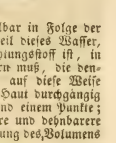
347.

Bei den polyedrischen Körnern, z. B. bei denen von vielen Compositen, liegen die Poren entweder auf den Winkeln oder auf der Mitte der Flächen.

§. 467. Wird das Pollenkorn einige Zeit in dem

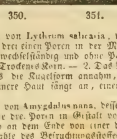


348.

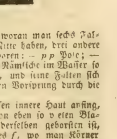


349.

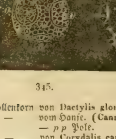
Wasser gelassen, so fährt es unfehlbar in Folge der Endosmose fort, anzuschwellen, weil dieses Wasser, das nicht so dicht als der Befruchtungsstoff ist, in großer Menge in die Höhle einkehren muß, die denselben enthält. Die Häute werden auf diese Weise ausgedehnt, und wenn die äußere Haut durchgängig homogen ist, so zerreißt sie an irgend einem Punkte; hat sie Falten, so gibt dieser dünnere und dehnbarere Theil einige Zeit nach dieser Erweiterung des Volumens



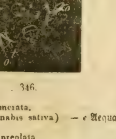
350.



351.



345.



346.

342. Pollenkorn von Dactylis glomerata.

343. — von Hanf. (Cannabis sativa) — e Aequator. — p p Pole.

344. — von Corydalis capreolata

345. Pollenkorn von der Passiflora kermesina vor dem Aufspringen: oo Deckelchen.

346. Pollenkorn von der Cucurbita pepo, im Augenblicke des Aufspringens: oo Deckelchen, die deutlich von dem übrigen Theile der äußern Haut durch eben so viele Vorsprünge e der innern getrennt sind.

347. Pollenkorn von Lythrum salicaria, woran man sechs Falten bemerkt, wovon drei einen Poren in der Mitte haben, drei andere sind mit den ersten wechselständig und ohne Poren: — p p Pole; — e e Aequator — 1. Trockenes Korn. — 2. Das Nämliche im Wasser so aufgelaufen, daß es die Kugelform annahm, und seine Falten sich entfalteten. Die innere Haut fängt an, einen Vorsprung durch die Poren zu bilden.

348. Pollenkorn von Amygdalus nana, dessen innere Haut anfing, Vorsprünge durch die drei Poren in Gestalt von eben so vielen Blasen e zu bilden, und an dem Ende von einer derselben geborsten ist, indem sie vom Strahle des Befruchtungsstoffes f, wo man Körner von verschiedener Dicke sehen kann, einen Ausweg verschafft.

349. Große Befruchtungsorganen des Hibiscus palustris.

350. Pollenkorn der Oenothera biennis.

351. Das Nämliche, das an einem seiner halboffenen Winkel eine Verlängerung seiner innern Haut in Gestalt einer Röhre e von sich gibt.

nach, und bildet einen Vorsprung ehe er selbst zerreißt. Die innere Haut, welche diese Eigenschaft in einem weit höheren Grade besitzt, dringt durch diese Risse der äußeren, oder vielmehr durch ihre Poren, wenn sie schon da waren, durch. In diesem letzteren Falle sieht man, wie sie aus allen diesen Poren in Gestalt eben so vieler kleiner Blasen (Fig. 344, 347, 348) heraustritt, und sie gibt das beste Mittel an die Hand, ihre Vertheilung auf der Oberfläche des Korns recht gut nachzuweisen; man hilft dieser Wirkung dadurch nach, daß man ein wenig von einer kräftigen Säure, z. B. von der Salpetersäure, an das Wasser thut. Auf diese Weise in einer großen Anzahl von Punkten angegriffen, gibt die innere Haut selbst bald nach, sie berstet an einem dieser Punkte und läßt den Befruchtungsstoff in Gestalt eines mehr oder weniger langen Strahles entweichen (Fig. 349). Die älteren Botaniker, welche immer das Aufspringen des Pollen im Wasser beobachteten, hatten diese letztere Erscheinung, den Ausbruch des Strahles, gekannt, die, als die auffallendste ihre Aufmerksamkeit fesseln mußte, und hatten natürlicher Weise daraus geschlossen, daß sich auf diese Weise der Pollen seines Befruchtungsstoffe entleere, wenn er auf die feuchte Oberfläche der Narbe gelange.

§. 468. Es ist aber klar, daß sich in diesem letztern Falle das Korn, das sich nur mit einem kleinen Theile seiner Oberfläche mit der Flüssigkeit in Berührung befindet, nicht mehr die nämlichen Verhältnisse haben kann, wie da, wo es von allen Seiten mit Wasser umgeben war, daß sein Anschwellen langsamer von statten gehe, daß die auf diese Art stufenweise und nur auf einer Seite angeschwellten Häute sich weit mehr verlängern können, ohne zu zerreißen. Dies bemerkt man leicht an den Pollen, wenn er entweder mit der Narbe selbst, oder mit einer einzigen feuchten Fläche in Berührung kommt. Alsdann sucht die innere Haut nicht mehr durch alle ihre inneren Falten, durch alle ihre Poren einen Bruch nach außen zu machen, sondern bloß durch einen von ihnen, selten durch zwei; aber die Blase, welche sich anfangs zeigte, verlängert sich nachher und nach und nach in eine Art Darm, der endlich eine mehr oder minder lange Röhre bildet, eine Röhre, durch deren Wände man die Körnchen des Befruchtungsstoffes wahrnehmen kann, die zum Theile die Haut nach außen begleiteten, in welcher sie unmittelbar enthalten waren. In einigen Fällen sogar sah man, daß sie sich in dieser Röhre stromweise bewegten, und jene Bewegung annahmen, die wir die Rotationsbewegung nannten (§. 273). Diese Pollenröhre oder dieser Pollendarm besteht, wie wir gesagt haben, aus der inneren Haut; an ihrer Grundfläche kann sie aber von der äußeren gefüttert sein, die sie einige Zeit mitgenommen hat, bevor sie zerreißt. Ist noch eine dritte Zwischenhaut da, die der inneren ähnlicher ist, so folgt diese ihr auch weiter.

§. 469. In den Pollen, die nur eine einzige Haut haben, ist ersichtlich, daß sie sich auf diese Weise an irgend einem Punkte ihrer Oberfläche, der der Einwirkung der Feuchtigkeit ausgesetzt ist, werde verlängern müssen, wie der merkwürdige Pollen der Asclepiaden ein Beispiel davon liefert, wenn man nicht mit vielen Schriftstellern das Zellgewebe, welches sie einschließt, für eine äußere Haut ansehen will (§. 454); bei den andern aber, wo das Dasein einer einzigen Haut unbestreitbar ist, ist zu bemerken, daß die ursprüngliche Form des Pollen ganz genau die einer Röhre ist (Fig. 337).

§. 470. **Befruchtungskolben (Antheridie) akotyledonischer Pflanzen.** — Zeigen die akotyledonischen Pflanzen Organe, die denjenigen, welche wir soeben beschrieben haben, der Anthere oder dem Pollen ähnlich sind? Die Einen haben diesen Pflanzen die Reproduktionswerkzeuge abgesprochen, und sie demnach **unehig, agamisch** genannt; die Andern gaben ihnen den Namen **kryptogamisch**, und haben bloß bemerkt, daß diese verborgenen Organe der Beobachtung bisher entgangen seien, ohne darum die unbedingte Möglichkeit ihres Daseins zu läugnen. Später hat Hedwig bei einer großen Anzahl dieser Kryptogamen zwei Arten von Organe unterschieden gelehrt, wovon das eine, das vor ihm unbekannt war, mit dem männlichen Organe der Phanerogamen verglichen wurde. Es ist gewöhnlich ein kleiner Sack, dessen Gestalt und Lage nach den Pflanzen verschieden ist: er ist anfänglich ganz geschlossen, öffnet sich sodann zu einer gewissen Zeit an einem Punkte seiner Oberfläche, und läßt sodann aus dieser Oeffnung den Stoff herauskommen, den er enthielt, einen Haufen von Körperchen, die gewöhnlich durch eine schleimige Flüssigkeit mit einander verbunden sind. Sind diese Körperchen unmittelbar in dem Sacke enthalten, und besteht er selbst aus einer einfachen Haut, so zeigt er augenscheinlich alle Merkmale eines Pollenkornes mit seinem Befruchtungsstoffe; bei ganzen Familien aber besteht die Haut aus einem Netze von abgesonderten Zellen, und die vorhergehende Vergleichung wird unrichtig, wofern man nicht mit Mohl annimmt, daß die äußere Decke des Pollen eine Epidermis sein könne, die aus mehreren Zellen besteht. Daher ist die Meinung, daß bei den Kryptogamen das männliche Organ vorhanden, aber auf ein Pollenkorn reduzirt sei, ausgesprochen und unterstützt worden. Indessen ist man jetzt ziemlich allgemein auf den Gedanken zurückgekommen, daß er eine Anthere vorstelle, die zwar unvollkommen ist, und deren Namen man aus diesem Grunde in den der **Antheridie** (antheridium) umzuwandeln vorgeschlagen hat.

Wir werden die Gründe, auf welche sich diese Ansicht stützt, begreiflicher machen, wenn wir ganz kurz die bekanntesten Antheridien, die der Moose und der Lebermoose beschreiben.

Es sind Säcke, die bald in eine Masse von Zellgeweben, das sie auf allen Seiten umgibt, z. B. in der Marchantia und anderen Lebermoosarten versenkt, bald an ihrem untern Ende fest, und in dem ganzen übrigen Theile ihrer Oberfläche frei sind, wie in den Moosen (Fig. 352), bald an ihrem obern Ende in eine Art von Hals verengt sind, welcher dem Ganzen eine flaschenförmige Gestalt gibt; bald ohne Verlängerung in ein stumpfes Ende ausgehen, welches eine durchsichtige Haut verschließt, durch deren Bruch das Zerreißen des Sackes stattfindet (Fig. 352), den übrigen Theil der Hülle bildet eine einzige Zellenschichte mit einfacher und stetiger Wand (a). Wir bemerken also hier durchaus nicht jene Schichte von faserigen, weiter nach innen liegenden Zellen, welche wir bei den ächten Antheren angegeben haben. Die Höhlung ist mit einer halbflüssigen Materie angefüllt, in welcher die mikroskopische Untersuchung ein zellenförmiges Gewebe erblicken läßt (Fig. 352 1, f), und wenn sie frisch ist, so bemerkt man im Innern dieser Zellen eine lebhafte Bewegung. Sie entspringt aus der Rotation eines kleinen reifförmigen Körpers, der sich in jeder dieser Zellen befindet (Fig. 352, 2). Wenn diese Materie von ihrer Hülle befreit und in das Wasser gethan wird, so erlangt diese Bewegung eine neue Thätigkeit; die Zellen trennen sich von einander, ihre sehr dünne und weiche Hülle löst sich bald auf und man kann alsdann die kreisförmigen Körperchen deutlicher sehen, sie haben die Gestalt von Fäden, die um sich selbst entweder in einer einzigen Windung, woraus ein Kreis entsteht oder in mehreren aneinanderliegenden Spiralwindungen, die in einem Punkte gewölbt sind und sich stufenweise von diesem Punkte bis zum andern Endpunkte, welcher den Kreis schließt, aufsafern, gerollt sind (Fig. 352, 3).

352. 353.

Diese Fasern rollen sich, wenn sie frei sind, oft in eine krumme oder wellenförmige Linie ab, und man glaubt einige von diesen kleinen Thierchen, welche man Infusorien nennt, vor sich zu haben, weil man sie häufig in dem Wasser antrifft, mit welchem man eine organische Materie aufgegossen hat. Die Aehnlichkeit ist so vollständig, daß viele Naturforscher keinen Anstand nehmen, ächte Thiere an denselben zu erkennen. Sie zeigen also eine Art von Kopf, welcher der Wölbung entspricht, von der wir so eben gesprochen haben, und einen mehr oder weniger langen und stufenweise spitzig zulaufenden Schwanz.

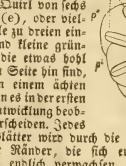
Die Antheridien der Chara zeigen ähnliche; sie sind aber, anstatt in den Höhlungen einer Zellenmasse enthalten zu sein, haufenweise in Zellen eingeschlossen, welche mit ihren Enden an einander liegen, so daß sie Röhren mit Scheidewänden bilden (l, Fig. 353).

Kann jede dieser Zellen mit einem Pollenkorne und jedes dieser Thierchen mit seinem Befruchtungsstoffe verglichen werden? Es herrscht noch ein großes Dunkel über die eigentliche Natur dieser Theile, deren Beobachtung der neuern Zeit angehört, und welche mit der thierischen Organisation eine zu auffallende Analogie zeigen, als daß wir sie trotz der Ungewißheit, worin man sich noch über die Rolle befindet, welche sie in der Vegetation spielen, mit Stillschweigen übergehen durften. Wenn sie Antheren dieser Kryptogamen sind, so ist es augenscheinlich, daß der Inhalt eben so verschieden ist, als der Inhalt von dem, was wir bei den Antheren der Phanerogamen beschrieben haben.

Pistill.

§. 471. Wir haben schon mehrere Male von dem Pistille gesprochen, das den Mittelpunkt der Blüte einnimmt, das von den Hüllen und von den Staubgefäßen in der Zwitter- und vollständigen Blüte umgeben ist (§. 356), von den Hüllen allein in der weiblichen Blüte (§. 382), und welches sie allein ausmacht, besonders wenn sie nackt ist (§. 383). Wir haben gesehen, daß dieses Pistill aus abgeänderten Blättern oder Karpellen besteht, deren Zahl nach den Pflanzen verschieden ist und auf die Einheit reduzirt werden kann: daß diese Karpelle bald von einander abgesondert bleiben (§. 358, 361), bald unter sich in einen einzigen Körper verwachsen (§. 356, 366). Es bleibt uns jetzt noch übrig, den Bau und die verschiedenen Modifikationen dieses einfachen oder zusammengesetzten Körpers, den wir bisher nur in seinen Stellungsverhältnissen untersucht haben, kennen zu lernen. Um uns verständlicher zu machen, wollen wir zuerst ein einzelnes Karpell untersuchen und sodann die Zälle, wo mehrere dieser Karpelle in einer und derselben Blüte vereinigt sind und die verschiedenen Beziehungen erwägen, die sie alsdann zu den andern Theilen eben dieser Blüte haben können.

§. 472. Wir wollen nun damit anfangen, eines dieser Karpelle in seiner Entwicklung zu verfolgen. Dies kann man mit Leichtigkeit an der Blüte einer Pflanze, welche längs unserer Flüsse hin sehr gemein ist, der Wasserviole (Butomus umbellatus), bewerkstelligen. Wenn man eine noch sehr junge Blütenknospe dieser Pflanze (Fig. 355)



355.

öffnet, so findet man, daß ihren Mittelpunkt ein Quirl von sechs kleinen Körpern (e), oder vielmehr zwei Quirle zu dreien einnimmt; dies sind kleine grünliche Spreuer, die etwas hohl nach der inneren Seite hin sind, und die sich von einem ächten Blatte, wenn man es in der ersten Periode seiner Entwicklung beobachtet, nicht unterscheiden. Jedes dieser kleinen Blätter wird durch die stufenweise Annäherung seiner Ränder, die sich endlich berühren (Fig. 356) und endlich verwachsen, immer hohler. Das Blatt bildet alsdann die Wände einer vollkommen verschlossenen Höhlung, und wenn man die innere Oberfläche dieser Höhlung aufmerksam beobachtet, eine Oberfläche, welche der oberen Fläche des Blattes entspricht, so sieht man sie ganz mit kleinen eiförmigen Auswüchsen bedeckt, welche an derselben befestigt sind (Fig. 357 und 358). Man nennt Eierstock (ovarium oder germen) diesen Körper, der auf diese Weise im Inneren hohl ist; Fach (loculus), seine Höhlungen (Fig. 357 und 358, l); Eichen (ovula), diese kleinen Körper, welche an seiner Wand hängen

356. 357. 358.

355. Sehr junge Knospe des **Butomus umbellatus**, welche so geöffnet ist, daß sie die verschiedenen Theile der Blüte zeigt: 1. seine Blütendecke mit sechs Blättchen, drei äußeren *pe*, drei inneren *pi*; 2. seine neun Staubgefäße, drei *ei* gegenständig mit der inneren Blütendecke, sechs *e* gegenständig mit der äußeren Blütendecke; 3. seine sechs Karpelle, wovon drei *ce* mit der äußeren Blütendecke, drei *ci* mit der inneren Blütendecke gegenständig sind und sich in immer mehr nach innen liegenden Reihen befinden. Diese Karpelle sind noch im Zustande kleiner, unregelmäßig etwas hohler Blätter.

356. Diese nämlichen Karpelle in einem etwas entwickelteren Zustande, wenn jedes der beiden Ränder des kleinen Blattes sich berührt und die durch die Entfaltung des Karpells entstandene Höhlung nach außen nur noch durch eine schmale Spalte in Verbindung steht.

357. Unterer Theil von einem der vorhergehenden Karpelle, der quer durchschnitten ist, um sein Fach *l* und seine Eichen *o* zu zeigen.

358. Weit entwickelteres Karpell, wenn es schon vollständig geschlossen und vertikal geschnitten ist, so daß es sein Fach *l* und seine Eichen *o* zeigt; — *s* Narbenpapillen.

352. 1. Antheridie *a* des **Hypnum triquetrum** in dem Augenblicke, wo aus ihrer offenen Spitze die enthaltene Materie *f* herauskommt — 2. vier Zellen von dieser Materie, wovon jede ein kreisförmiges bewegliches oder thierisches Körperchen enthält; 3. eines von diesen Thierchen isolirt.

353. 1. Theil von dem Inhalt einer Antheridie von der **Chara vulgaris**. Mehrere verschlossene Röhren *t*, die an einer Zelle *b* hängen. Ein kleiner Haufen von ähnlichen Zellen, welche zu Grundflächen einer weit größeren Anzahl dieser Röhren dient, füllt größtentheils die Höhlung der Antheridie aus. — 2. Ende eines der Röhren, die aus mehreren Zellen besteht; in jeder derselben ist ein Thierchen. Eines von ihnen hat sich schon mehr als zur Hälfte von seiner Zelle losgemacht — 3. Ende einer Röhre, aus welcher die Thierchen schon herausgegangen sind, mit Ausnahme der letzteren Zelle. — 4. Ein isolirtes Thierchen.

(Fig. 357 und 358, o) und welche später die Samenkörner werden.

§. 473. Der Kirschbaum liefert uns auf eine andere Weise den Beweis von dem Uebergange des Blattes zum Karpelle; wenn wir eine gefüllte Kirschbaumblüte nehmen (Fig. 359), so sehen wir, daß ihren Mittelpunkt kleine Blätter einnehmen, welche vollkommen gebildet, etwas wenig gestaltet, unten in einen grünen Saum l erweitert, oben in eine Verlängerung zusammengezogen sind, welcher eine Fortsetzung des Mittelnerven s zu sein scheint. Bei einer einfachen Blüte aber finden wir an der Stelle dieser zwei Centralblätter einen einzigen Körper (o), der unten gewölbt und hohl ist, mit einem kleineren Körper g, der sich in seiner Höhlung, an deren Wand er befestigt ist, befindet; wir erkennen an denselben einen Eierstock, mit einem einzigen Eichen, das in seinem Fache enthalten ist. Ueber dieser Höhlung verengt sich der Eierstock in eine cylindrische Verlängerung (c), die sich durch Verweiterung an ihrem oberen Theile endigt (s). Man nennt diese verengte Verlängerung Griffel (stylus), und die gipfelständige Erweiterung

359. 361. 360.

Narbe (stygma). Wir finden also hier das Blatt, das wir in dem Mittelpunkte der gefüllten Blume gesehen haben mit diesem Unterschiede wieder, daß sich sein Saum verdickt und durch die Annäherung und das Verwachsen seiner Ränder eine verschlossene Höhlung oder Fach gebildet hat, in welchem sich ein Eichen entwickelt.

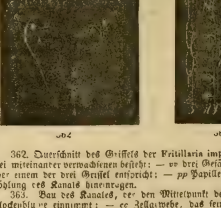
§. 474. Ein vollständiges Karpell besteht aus folgenden drei Theilen: dem Eierstocke oder der verschlossenen Höhlung, welche ein oder mehrere Eichen enthält; dem Griffel der über ihm stehenden verengten und vollen Verlängerung; der Narbe, welche den Griffel beendigt und sich von demselben sehr oft durch eine Wölbung, immer aber durch ein verschiedenartiges Gewebe unterscheidet. Bisweilen befindet sich dieses Gewebe, anstatt auf einem Griffel zu stehen, welcher dasselbe mehr oder weniger von dem Eierstocke entfernt, unmittelbar oder fast unmittelbar auf der äußern Oberfläche dieses Eierstocks; in diesem Falle fehlt der Griffel, oder er ist dergestalt verkürzt, daß man ihn für Null ansieht, und man sagt alsdann, die Narbe sei sitzend (Fig. 358, 397).

§. 475. Welches ist nun der anatomische Bau dieser verschiedenen Theile? Der Eierstock besteht, wie der Saum eines Blattes, das er vorstellt, aus einem Parenchyme, das Büschel durchziehen, welche aus Fasern und Gefäßen bestehen, und ist mit einer Epidermis überzogen. Das bisweilen sehr dünne Parenchym ist oft ziemlich dick, fleischiger und saftreicher, als das des Blattes. Die aus entrollbaren Lufsgefäßen gebildeten Büschel gehen von unten nach oben und laufen an dem Ursprunge des Griffels zusammen; sie sind bald selten, bald in Menge vorhanden, bald einfach, bald verästet und vereinigen sich durch ihre Verästungen in ein mehr oder weniger complizirtes Netz. Das Zellgewebe, in dessen Mitte sie gehen, modifizirt sich ohne jene Schichten von einer verschiedenen Struktur zu zeigen, welche wir in der Dicke vieler Blätter angegeben haben (§. 127) ein wenig von außen nach innen und diese Modifikation zeigt sich vorzüglich in dem Verhältnisse, als der Eierstock in seiner Entwicklung vorwärts schreitet. Die äußere Epidermis, welche der der unteren Fläche des Blattes entspricht, ist wie diese mit mehr oder minder zahlreichen Spaltöffnungen versehen. Was die innere Epidermis anbetrift, welche die Höhlung des Faches überzieht und der Einwirkung des Lichtes entzogen ist, so ist sie gewöhnlich weit blasser oder weißlich und hat nie Spaltöffnungen.

§. 476. Der Eierstock stellt nicht immer den Saum des Blattes selbst vor, sondern bisweilen auch, und sogar nach einigen Schriftstellern in den meisten Fällen, seinen Scheidetheil. Alsdann würde der Griffel dem Blattstiele entsprechen, und der Saum wäre unterdrückt.

§. 477. Der Griffel scheint seinem Baue nach eher den obern Theil des verengten und zusammengerollten Blattes vorzustellen, als die Fortsetzung des Mittelnerven allein. Er besteht auch wirklich aus einem parenchymatischen Cylinder mit kleinen Gefäßbüscheln, die nicht in seinem Mittelpunkte vereinigt, sondern vielmehr in seinem ganzen Umfange in einer Art Röhre zerstreut sind, sie gehen unmittelbar von unten nach oben und endigen sich mehr oder weniger nahe bei dem Gipfel. Eine Epidermis, die mit der des Eierstocks zusammenhängt, umhüllt dieses ganze System.

Den Mittelpunkt des von dem Griffel gebildeten Cylinders, der bei dem ersten Anblicke gewöhnlich voll zu sein scheint, findet man, wenn man ihn aufmerksamer und unter hinreichender Vergrößerung betrachtet, von einem sehr engen Kanale durchzogen (Fig. 361, c), der sich auf der einen Seite der in-


362. 363.

359. Karpelle im Blattzustande, wie man sie an der gefüllten Blüte des Kirschbaums sieht: — l Saum; — s Verlängerung des Mittelnerven n, welcher oben frei wird, den Griffel vorstellt und sich in eine Verdickung endet, welche die Narbe vorstellt.

360. Karpell des Kirschbaums, wie man es in der einfachen Blüte findet: s Eierstock; — t Griffel; — s Narbe.

361. Das nämliche, vertikal geschnitten, so daß man in seinem Eierstocke o eine centrale Höhlung sieht, in welchem sich das Eichen befindet, das an seiner Wand an einem Punkte hängt, an welchem ein Büschel fn von Nahrungsgefäßen aufsteigt und in seinem Grunde den kleinen Kanal c, der ihn von der Narbe s bis an die Höhlung des Eierstocks durchläuft.

362. Durchschnitt des Griffels der Fritillaria imperialis, der aus drei miteinander verwachsenen besteht: — vv drei Gefäßbüschel, wovon jeder einem der drei Griffel entspricht: — pp Papillen, welche in die Höhlung des Kanals hineinragen.

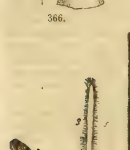
363. Bau des Kanales, der den Mittelpunkt des Griffels einer Glockenblume einnimmt: — ee Zellgewebe, das seine Wände bildet und das Büschel von Lufsgefäßen vv zu umziehen; — pp Zellen von einer andern Form, welche gleichsam aus ihrer Stelle gerückt sind, so wie diese Wand über ihnen und mit andern gestreckten und fädigen ff theilweise den Kanal verstopfen.

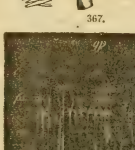
nern Wand des Eierstocks auf der andern Seite in der Narbe endigt. Dieser Kanal ist in gewissen Fällen leer (Fig. 362), in andern aber wird er von einem oft lockeren, gleichsam aus seiner Stelle gerückten Zellgewebe verstopft (Fig. 363, pp), das auf die e Weise zwischen den Zellen, aus denen es besteht, zahlreiche leere Räume läßt und das sich in allen Fällen, sogar wenn es gedrängter ist, auffallend von dem eigentlichen Gewebe des Griffels unterscheidet. Im Allgemeinen sind seine Wände mit kleinen hervorragenden Zellen (Fig. 363, p) oder Papillen besetzt. Zu einer gewissen Zeit findet man überdies noch andere, welche sich in der Richtung des Kanals verlängern und weich und feucht sind, eine Art schleimiger Fasern, (Fig. 364, fl), welche ihn überziehen und zum Theile ausfüllen. Man hat leitendes Gewebe dasjenige genannt, welches den Kanal des Griffels auf diese Weise überzieht oder denselben verstopft, und wir werden bald den Ursprung dieser Benennung einsehen.

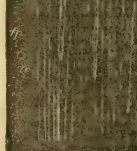
§. 478. Es scheint die Narbe zu bilden, welche gleichsam die Fortsetzung und die Entfaltung desselben ist; sie ist bald gipfelständig, wenn sich der Kanal des Griffels blos an seiner Spitze mit Erweiterung öffnet (Fig. 360 s, 366 t), bald seitenständig, wenn sich dieser nämliche Kanal, der sich in eine mehr oder minder große Länge spaltet, auf diese Weise entweder an einer Seite (Fig. 364), oder an beiden Seiten zu gleicher Zeit öffnet (Fig. 365, s). Es gibt keine Gränzlinie zwischen dem leitenden Gewebe und dem der Narbe; das eine geht unmerklich in das andere über. Die Narbe besteht also aus einem mehr oder minder lockeren Zellgewebe, dessen äußerste Zellen sich gewöhnlich in Papillen (Fig. 366 2), oder sogar in achte Haare verlängern (Fig. 367 3, 392 s). In andern Fällen ist es dichter und außen glatter, in allen Fällen aber füllen sich zur Zeit der Befruchtung alle ihre Zellen, so wie die des leitenden Gewebes mit einem klaren und gewöhnlich mehr oder weniger klebrigen Safte an, welcher an die Oberfläche der Narbe ausschwitzt, die auf diese Weise ganz feucht und klebrig wird.

366.

367.


364.


365.


368.

364. Einfeitige Narbe s der Asmina triloba: — t Griffel.
365. Zweitheilige Narbe s des Plantago saxatilis: — o Eierstock; — t Griffel.
366. 1. Narbe s der Daphne laureola, die auf ihrem Griffel t gipfelständig ist; — o Gipfel des Eierstockes; — 2. ein kleiner Theil von der Oberfläche der Narbe, weit mehr vergrößert, um seine papillenartige Natur zu zeigen.
367. 1. Spitze des Griffels t von dem Hibiscus palustris, die in fünf Aeste getheilt ist, wovon sich jeder in eine Narbe s endigt; — 2. einer von diesen Aesten, mehr vergrößert; — 3. Theil der Oberfläche der Narbe, die noch weit mehr vergrößert ist, um ihre zu Haaren verlängerte Papillen zu zeigen.
368. Ein Theil der Narbe vom Antirrhinum majus im Augenblicke der Befruchtung: — pp oberflächliche, die Papillen bildende Zellen; — te tiefe, gestreckte colonnenförmige Zellen, welche das leitende Gewebe bilden; — vp Pollenkörner, welche an der Oberfläche befestigt sind; — tp Röhren von neben der Pollenkörner, welche sich in die Zwischenräume des Narbengewebes begeben.

§. 479. Wenn die Anthere bei ihrem elastischen Aufspringen den in ihr enthaltenen Pollen ausstreut, so werden die Körner dieses Pollen natürlicher Weise auf die Narbe geworfen und dies geschieht entweder wegen der unmittelbaren Nähe dieser beiden Organe in den meisten Pflanzen, oder weil der Pollen auf die entfernetere Narbe durch den Wind oder durch Insekten, welche ihn von einem Theile der Blüte oder von der Blüte zu einer anderen mit sich tragen, gebracht wird. Sowie der Pollen einmal die Narbe berührt hat, so hängt er sich an derselben wegen ihres klebrigen Ueberzugs an, und hier beginnt nun eine Thätigkeit, welche wir leicht voraussehen können, weil wir bereits wissen, was in der Berührung des Korns mit einer feuchten Oberfläche vorgeht (§. 468). Es schwillt langsam an, indem es diese Feuchtigkeit einsaugt; seine innere Haut dehnt sich aus, durchbricht die äußere an einem Punkte der Berührungsfläche, verlängert sich in eine Röhre (Fig. 368, tp), welche sich zwischen die Ungleichheiten der Narbenfläche (te), und in die Zwischenräume, die sich ihr darbieten, hineinzwängt; sie geht auf diese Weise nach und nach durch die ganze Dicke der Narbe und befindet sich in dem Kanale des Griffels mitten in dem leitenden Gewebe, das ihr auch ferner einen Weg durch Theile gestattet, welche ganz mit Flüssigkeiten geschwängert sind; so setzt sie ihren Weg fort und verlängert sich beständig bis an das untere Ende des Kanals, wo sie zu der Höhlung des Eierstockes gelangt. An den Wänden dieser Höhlung setzt sich das leitende Gewebe bis zu den Eichen fort, welche um diese Zeit gleichsam eben so viele Säcke sind, die an einem ihrer, diesem Gewebe entsprechenden Endpunkte offen stehen. Die Pollenröhre geht nun endlich durch diese Oeffnung, zwängt sich in dieselbe hinein und ein unmittelbares Verhältniß wird auf diese Weise zwischen dem Pollen und dem Eichen, zwischen dem Haupterzeugnisse des Staubgefäßes und dem des Pistills hergestellt. Wir wollen für diesen Augenblick da stehen bleiben und auf das Kapitel von dem Eichen die Untersuchung desjenigen verschieben, was weiter vorgeht.

§. 480. Jetzt können wir den Bau und die Verrichtungen des Karpells deutlich begreifen. 1) Ein Theil, der, welcher einem Blatte entspricht, wird durch den Eierstock und den Griffel gebildet und begründet das ernährende System: er verbindet sich wirklich mit der Pflanze und tritt mit dem übrigen Theil der Blüte und der Pflanze durch seine Gefäße stetig, welche auf alle Punkte hin bis zu ihrem äußersten Ende und von innen nach außen die zu ihrer Erhaltung und zu ihrem Wachsthum erforderlichen Säfte führen. 2) Ein anderer Theil wird von der Narbe und dem leitenden Gewebe gebildet und begründet das befruchtende System. Er führt bis in die Tiefe des Eierstockes einen Körper, der von außen kommt. Wir haben

jetzt nicht mehr nöthig zu erklären, warum man den Namen leitendes Gewebe vorgeschlagen und angenommen hat.

§. 481. In der Praxis ist die strenge Unterscheidung mehrerer dieser Theile äußerst schwierig. Sie würde es weniger sein, wenn man immer das Mikroskop zu Hülfe nehmen könnte. Bei den meisten botanischen Beschreibungen aber, wo man sich mit dem Vergrößerungsglase begnügt und bei welchen das Studium der innersten Gewebe zu viel Zeit erheischen und überdies große Schwierigkeiten mit sich führen würde, weil man oft nur abgestorbene und vertrocknete Theile zu seiner Verfügung hat, kann man oft sehr leicht anstehen, auf dem Griffel den eigentlichen Narbentheil zu bestimmen und man nennt gewöhnlich Narbe denjenigen, der sich durch seine Lage, durch sein Aussehen, seine Gestalt leicht von dem übrigen Theile des Griffels unterscheiden läßt. Bei etwas feineren Beobachtungen hilft man sich mit dem Vorkommen des Pollen, wovon man oft nach der Befruchtung die Körner findet, die an Punkten hängen geblieben sind, welche zur Narbe gehören müssen, obgleich diese Diagnose nicht untrüglich ist. Wenn man einmal in den Beschreibungen zu einer strengen Abgränzung dieser Organe gelangen will, so wird man in der Verlängerung, welche zu dieser Verlegenheit Veranlassung gibt, nachforschen müssen, ob sie von einem Kanale durchbohrt ist, in welchem Fall sie ein Griffel sein wird; ist sie voll und besteht sie ganz aus Zellen, so ist sie eine Narbe.

§. 482. Nachdem wir die Organisation und die Verrichtungen des Karpells, im Allgemeinen betrachtet, gezeigt haben, so wollen wir das Pistill untersuchen, das aus mehreren in einer und derselben Blüte verwachsenen Karpellen besteht.

Nicht alle diese Karpelle können einander vollkommen ähnlich sein. So sind z. B. bei denen, welche zu dreien das Pistill gewisser Malpighiaceen bilden (Acridocarpus, Hiptage) bloß zwei oder nur eins einziges mit einem langen Griffel versehen, welcher bei den andern fehlt, oder sie unterscheiden sich sogar durch ihre Gestalt (Gaudichaudia congestiflora). Diese Unähnlichkeiten unter der Karpellen eines einzigen Pistills sind äußerst selten. Die am häufigsten vorkommt, ist die, welche aus dem mehr oder weniger vollständigen Fehlschlagen einiger dieser Karpelle entsteht; der gewöhnlichste Fall ist aber der, wo alle Karpelle, wenigstens in der Jugend, einander vollkommen ähnlich sind, und so wollen wir sie in der folgenden Darstellung annehmen.

§. 483. Sie entstehen bald in derselben Höhe, auf einer und derselben Ebene und sind quirlförmig geordnet (Fig. 374, 389), bald auf ungleichen Höhen, und haben alsdann eine spiralförmige Stellung. In diesem letzteren Falle hat sich der Konus oder der Fruchtboden, welcher ganz mit denselben beladen ist, in eine cylindrische Achse, z. B. in der Magnolia oder dem Tulpenbaume (§. 359. Fig. 224) oder in eine konische, wie in der Erdbeerstaude verlängert, oder es hat sich auch wohl seine verbreiterte Oberfläche, anstatt eben zu bleiben, zu einer Schale ausgeschweift oder sich zur Urne gekrümmt, wie an dem Rosenstocke (Fig. 369). Obgleich der Theil der Achse, welcher die Karpelle trägt, eine ziemlich große Entwicklung in die Länge erlangt, so nehmen sie doch bisweilen nur seine Spitze ein, und sind auf diese Weise auf einer schmalen Oberfläche einander nahe gebracht und quirlig. Dies ist einer von jenen Fällen, die wir (§. 373 bis) angeführt haben, wo man zwischen verschiedenen Quirlen der Blüte mehr oder weniger verlängerte Zwischenknoten bemerkt. Derjenige, welcher auf diese Weise unter dem Pistille erscheint (Fig. 374, 375 g), hat nach seinem verschiedenartigen Aussehen, nach seinen verschiedenen Graden der Länge oder der Dicke, welche nach den Pflanzen sehr verschieden sind, verschiedene Namen erhalten. Man ist jetzt ziemlich allgemein darin übereingekommen, ihm den Namen Stempelträger (gynophorum) zu geben. Linné gab ehemals dem Pistille das Beiwort gestielt, indem er Stiel oder Stütze jede ähnliche Verlängerung nannte, auf welcher sich ein Organ auf eine solche Weise erhoben befand, und wenn dieser allgemein genommene Ausdruck gerade durch seine Allgemeinheit einige Ungewißheit veranlassen kann, so hat er doch bei den Beschreibungen keinen Nachtheil, wo man immer weiß, auf welches Organ er angewendet wird.

§. 484. Wir dürfen eine merkwürdige Modifikation durchaus nicht mit Stillschweigen übergehen, wo der Torus nicht bloß den Eierstock, sondern auch den Griffel trägt, der von demselben unabhängig zu sein scheint. Um dieselbe gehörig zu begreifen, müssen wir einen Augenblick zu dem Griffel und dem Eierstocke zurückkehren und die verschiedenen Stellungen aufsuchen, die sie in Beziehung auf einander haben können. Wir haben bisher, was auch der gewöhnlichste Fall ist, den Griffel als spitzenständig angenommen d. h. als eine Fortsetzung des Eierstockes an der Spitze desselben (Fig. 360). Das Blatt, welches das Karpell begründet, hat alsdann in seiner ganzen Länge eine und dieselbe aufsteigende Richtung behalten; man kann aber auch annehmen, daß sein Saum auf eine ähnliche Weise zurückgebogen sei, welche uns die niedergebeugte Blätterknospenlage gewisser Blätter zeigt (§. 174, Fig. 164 1); in diesem Falle wird die dem Ursprunge des Griffels entsprechende Extremität mehr oder weniger tief auf die Seite gebracht werden und der Griffel wird seitenständig sein (Fig. 375). Diese Extremität wird beinahe unten (Fig. 370) oder ganz unten (Fig. 371) und der Griffel grundständig sein, wenn die

369. Vertikalgeschnittene Blüte des Rosenstocks, so daß sie die Stellung der Karpelle auf dem Boden des Kelchs der hohlen Oberfläche des Torus zeigt; — e Kelchröhre; ef sein in Blättchen getheilter Saum; — c Staubgefäße; — o Eierstock, über jedem steht je ein Griffel, der über die Kelchröhre hervorragt und sich in eine erweiterte Narbe s endigt.

370. 371.

Biegung so ist, daß die obere Hälfte des Saums auf die untere Hälfte zurückgeschlagen ist. Der Eierstock zeigt uns Beispiele von allen Graden dieser Eingebogenheit, alle Zwischenstufen zwischen der spitzenständigen und grundständigen Stellung des Griffels. Diese letztere bemerkt man an dem Pistille des Erdbeerstockes (Fig. 370) und mehrerer anderer Rosaceen (Fig. 371) einer Familie, welche uns auch taugliche Beispiele für seine seitenständige Stellung liefern würde.

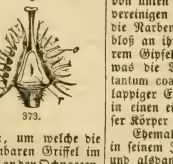
§. 485. Es ist klar, daß sich der grundständige

370. Karpell vom Erdbeerstocke: — o Eierstock; — r Griffel; — s Narbe.

371. Karpell vom Chrysobalanus icaco. Gleiche Bedeutung für die Buchstaben.

Griffel dem Torus an seinem Ausgangspunkte nähert; er berührt ihn, wenn der Eierstock sitzend ist und wenn sich dieser ein wenig mit seiner Grundfläche in den Torus versenkt, so zieht er den Ursprung des Griffels mit sich da hinein, welcher alsdann eher aus dem Torus als aus der Eierstockfläche hervorzukommen scheint. Dies ist die merkwürdige Modifikation, welche wir kennen lernen wollten, und welcher man den Namen Stempelboden (gynobasis) gegeben hat; der Eierstock wird alsdann stempelbödig (gynobasisch) genannt. Gewöhnlich verwachsen die Griffel mehrerer gynobasischer, quirliger Eierstöcke mit einander, und scheinen einen einzigen,

372.


373.

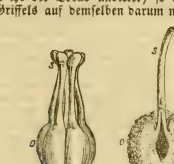
eine Art centraler Säule zu bilden, um welche die Eierstöcke ohne weiteren, wahrnehmbaren Griffel im Kreise herumstehen. Dies bemerkt man an den Ochnaceen, an allen Labiaten (Fig. 372), an den meisten Borragineen. Bei diesen letztern ist der Griffel oft eher seitenständig als grundständig; aber der Eierstock liegt mit seiner vordern Fläche auf einer schiefen Ebene, welche ihr der Torus anbietet, so daß der Ursprung des Griffels auf demselben darum nicht weniger versenkt ist, obgleich er übrigens höher liegt, als ein Theil des Eierstockes (Fig. 373).

§. 486. Wir haben bis jetzt die Karpelle als frei, das heißt unabhängig von einander betrachtet. Wir wissen indessen, daß es nicht immer so ist, und daß sie häufiger als irgend ein anderer von den Blüttentheilen unter einander entweder theilweise oder insgesammt verwachsen (§. 268). Dieses Verwachsen kann von oben nach unten stattfinden. So sieht man bisweilen mehrere Karpelle, die wie z. B. in den Apocyneen und Asclepiadeen, in dem Zanthorhylum bloß an ihren Narben (Fig. 374), oder oben an ihren Griffeln (Fig. 375) oder ganz verwachsen sind. Wir haben, als wir von der Gynobase sprachen, mehrere innig verwachsene Griffel angeführt, obgleich sie abgesonderten Eierstöcken entsprachen.

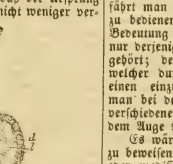
§. 487. Gewöhnlicher aber geht das Verwachsen von unten nach oben, indem sich die Eierstöcke eher vereinigen als die Griffel, und die Griffel eher als die Narben. Die so verwachsenen Eierstöcke können bloß an ihrem unteren Ende verwachsen, und an ihrem Gipfel, wie z. B. an der Raute getrennt sein, was die Beschreibung anzeigt (ovaria plura basi tantum coalita), die sich auf den Ausdruck mehrlappiger Eierstock bedient. Sind mehrere Eierstöcke in einen einzigen Körper verwachsen, so nimmt dieser Körper den Namen Eierstock an.

Ehemals betrachtete man ihn als ein einziges, in seinem Inneren mannigfaltig eingetheiltes Organ, und alsdann stellte man den einfachen oder einzigen Eierstock, d. h. den, welcher entweder aus dem Dasein eines einzigen Karpells oder aus dem Verwachsen mehrerer entstand, dem vielfachen Eierstocke, d. h. dem Falle gegenüber, wo man mehrere freie Karpelle in einer und derselben Blüte fand. Heutzutage fährt man gewöhnlich fort, sich derselben Ausdrücke zu bedienen, obgleich man ihnen eine verschiedene Bedeutung gibt, und der einfache Eierstock wirklich nur derjenige sein muß, der zu einem freien Karpelle gehört; der zusammengesetzte hingegen derjenige, welcher durch das Verwachsen mehrere Karpelle in einen einzigen Körper entstanden ist. Dies darf man bei dem Gebrauche botanischer Werke, die zu verschiedenen Zeiten geschrieben wurden, nicht aus dem Auge verlieren.

Es wäre ein Leichtes, durch zahlreiche Beispiele zu beweisen, daß dieses Verwachsen mehrerer Karpelle oder modifizirten Blätter, um einen dem Anscheine nach einzigen Eierstock zu bilden, den wir bisher in der Theorie kennen gelernt haben, durch die praktische Beobachtung und im Einklange mit der Natur bestätigt werde. Wir begnügen uns hier damit, eine kleine Anzahl derselben anzuführen, welche uns die in unsern Gärten häufig vorkommenden Pflanzen liefern werden. Der Ritterspron (Delphinium Ajacis) zeigt uns ein einziges Karpell, dessen Eierstock mit dünnen und grünen Wänden ganz deutlich ein um sich selbst gefaltetes Blatt darstellt. Andere Arten derselben Gattung, z. B. das Delphinium junceum zeigen drei ähnliche, die in jeder Blüte ganz getrennt sind; einige zeigen sogar fünf. Fünf ähnliche Karpelle bilden das Pistill in der Blüte einer verwandten Gattung, der Ancolia. In einer dritten Gattung derselben Familie, der Nigella, findet man auch einen Quirl von fünf Karpellen; aber hier fangen sie an, in gewissen Arten, z. B. der Nigella orientalis, bloß unten, bei andern bis auf eine größere Höhe, und noch bei andern bis an die Spitze unter sich zu verwachsen. In der Blüte der Nigella damascena findet man die Eierstöcke auf diese Weise in einen eiförmigen Körper vollständig verwachsen, auf dem die fünf Griffel getrennt stehen. Man konnte nicht wohl annehmen, daß das Ganze der fünf Eierstöcke der Ancolia oder der N. orientalis ein einziges Organ



374.



375.

372. Pistill einer Labiate, des Lamium album, wovon man einen Theil der Blüte durch einen Vertikalschnitt weggenommen hat. Man hat auch zwei von den vier Eierstöcken weggenommen, um die Einfügung des Griffels o auf dem Torus r zu zeigen: — o die beiden übrigbleibenden Eierstöcke; — d dritte Scheide unter dem Pistill; — c Theil des Kelches; — p die Korolle.

373. Pistill einer Borraginee des Krichtrium jacquemontianum, wovon man den vor dem Beschauer liegenden Eierstock weggenommen hat, um zu zeigen, wie sich die Eierstöcke o schief auf einem vorwärtsformigen Torus r einfügen, aus welchem der an seiner Spitze zu einer Narbe erweiterte Griffel hervorkommt.

374. Pistill des Xanthoxylon fraxineum, das aus fünf abgesonderten Karpellen besteht, die auf einem Stempelträger g erhoben stehen. Jeder der Eierstöcke o trägt einen griffelförmigen Griffel, der an seinem äußersten Ende in eine Narbe e gewölbt ist, und die fünf Narben bleiben lange unter sich durch die Seiten verwachsen.

375. Ein Theil von dem Pistill des Dictamnus fraxinella, wo man von den fünf Karpellen zwei weggenommen hat, um zu zeigen, wie die Griffel e, welche auf der innern Seite dieser Karpelle entstanden und anfangs getrennt waren, sich bald einander nähern und alle fünf in einen einzigen verwachsen: — o Eierstöcke, wovon die zwei vordern ihre Rückenfläche d und eine ihrer Seitenflächen c zeigen. An der Grundfläche des Stempelträgers g sieht man die Narben e, welche die Einfügung des Kelches, der Blumenblätter und der Staubgefäße anzeigen.

sei; nun ist der Uebergang dieser fünf getrennten Eierstöcke in den einzigen Eierstock der N. damascena zu augenscheinlich, als daß man noch Bedenken tragen sollte, an diesem die nämliche Zusammensetzung, die Gegenwart der fünf Organe zu erkennen, bei denen man auf diese Weise alle Grade des Verwachsens verfolgen konnte.

Jedes von diesen einzelnen Karpellen zeigt eine äußere oder eine Rückenfläche und zwei seitenständige Flächen, die gegen einander zusammenlaufen, und auf der Seite sich zu einem Winkel vereinigen, welcher nach dem Mittelpunkte der Blüte hinsieht. An diesen Winkeln und an diesen seitenständigen Flächen sind die Karpelle mit einander verwachsen, um einen dem Ansehen nach mehr oder weniger einfachen Eierstock zu bilden. Daraus geht hervor, daß man, wenn man diesen quer durchschneidet, ihn in fünf Höhlungen abgetheilt findet, die von den seitenständigen Flächen gebildet sind, und welche, paarweise verwachsen, auf diese Art eben so viele Scheidewände bilden, deren Ebene nothwendig mit der Achse der Blüte parallel ist, und welche mit den Griffeln wechselständig ist, weil sie den Seiten des Karpellblattes entsprechen, während der Griffel seiner Mitte entspricht. Jede von diesen Höhlungen ist das Fach des entsprechenden Karpells, und führt denselben Namen Fach (loculus); daher auch das Beiwort vielfächerig (multilocularis), das man einem solchen Eierstocke beilegt, und zwei, drei, vier, fünffächrig, je nachdem die Zahl der Fächer 2, 3, 4, 5 u. s. w. ist. Die Zahl der Scheidewände (dissepimenta) ist der Zahl der Fächer gleich, und sie bestehen aus zwei, mehr oder weniger innig verwachsenen Platten. Wenn die Griffel getrennt bleiben, so ist sie auch dieselbe, und kann äußerlich die der Fächer angeben, die man inwendig finden wird.

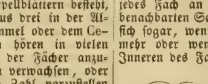
§. 488. Es ist also keine Schwierigkeit vorhanden, die Zahl der Karpelle zu bestimmen, welche zu der Bildung eines Eierstockes beitragen, entweder vermittelst der Griffel, so lange als sie einfach und getrennt bleiben, oder vermittelst der Scheidewände, wenn diese ihre Unverletztheit behalten. Aber eines von diesen Mitteln kann fehlen. So wird man in den meisten Caryophylleen, wo die Scheidewände bei Zeit verschwinden, doch durch das Vorkommen mehrerer Griffel darauf aufmerksam gemacht, daß der Eierstock wirklich aus mehreren Karpellblättern besteht, z. B. aus zwei in der Nelke, aus drei in der Alsine, aus fünf in dem Schwarzkümmel oder dem Cerastium (Fig. 383, s); dagegen hören in vielen Fällen die Griffel auf, die Zahl der Fächer anzugeben, weil sie in einen einzigen verwachsen, oder bei ihrer Verästung eine größere Zahl vorzustellen scheinen; man ist alsdann genöthigt, zu zerschneiden, und die Zahl der Scheidewände oder der Fächer gibt alsdann die der Karpelle an.

Wie kann man sie aber nachweisen, wenn diese beiden Hülfsmittel zu gleicher Zeit fehlen? Dies kann man bei einer sehr großen Menge von Fällen durch die Stellung der Eichen. Es ist also hier der Platz, ihre Vertheilung in Beziehung auf die Karpelle zu untersuchen.

§. 489. Die Eichen erhalten, nachdem ihr Verhältniß mit der Pollenröhre begründet ist, oder mit andern Worten, nach ihrer Befruchtung, eine starke Entwicklung, welche sie in Samen verwandelt. Auf der einen Seite muß also das leitende Gewebe bis zu ihnen den befruchtenden Stoff hinführen; auf der andern Seite müssen sie die Nahrungsstoffe erhalten, die zu ihrem weiteren Wachsthum erforderlich sind. Sie müssen diese Nahrung aus den Säften schöpfen, welche, von den übrigen Theilen der Pflanze verarbeitet, zu ihnen gelangen, und hauptsächlich aus den Theilen, die unter ihnen liegen. Aus Fasern und Gefäßen bestehende Büschel, welche durch diese Theile gezogen sind, vertheilen sich also in die Karpelle und senden einen besondern Zweig jedem der Eichen zu, das auf diese Weise mit dem allgemeinen Systeme verbunden wird. Mit diesen Büscheln, welche von unten nach oben kommen, schließt sich ein Streifen von leitendem Gewebe an, das von oben nach unten geht. Diese Vereinigung der beiden Gewebe verursacht auf irgend einem Punkte der Wände des Faches einen mehr oder minder auffallenden Vorsprung, an welchen sich die in demselben enthaltenen Eichen anheften, und die man Mutterkuchen (placenta) genannt hat. Einige Schriftsteller, welche diesen Namen für den Vorsprung aufbewahrt wissen wollen, welcher dem Anhängen eines einzigen Eichens entspricht, geben den Namen Placentarium dem Körper, welcher aus der Vereinigung mehrerer Mutterkuchen, die mehrere Eichen tragen, entstanden ist. Von diesem Wort kommt auch das Wort placentalie (Mutterkuchenstellung) her, durch welches man die Vertheilung der Eichen, und demnach der Mutterkuchen in einem einfachen oder zusammengesetzten Eierstocke bezeichnet.

Wir haben in dem Karpelle des Butomus (§. 472, Fig. 358) die zahlreichen Eichen, und demnach die Mutterkuchen gesehen, welche die ganze Wand des Faches bedecken. Dieser Zustand der Zerstreuung aber ist selten, und gewöhnlich gruppiren sich die Eichen auf diesen Wänden in Reihen, welche der Länge nach gehen und geradlinicht sind, und die ernährenden Büschel gehen in einer Linie, welche gewöhnlich für jedes Karpell nur eine einzige ist. Es ist leicht daraus den Schluß zu machen, daß in Abwesenheit von Scheidewänden oder von Fächern die Zahl dieser Reihen, dieser Linien, welche der Querschnitt des Eierstockes dem Auge zeigt, dem Beobachter die wirkliche Zahl der Karpelle angeben wird, welche dazu beitragen, diesen dem Ansehene nach einzigen Eierstocke zu bilden.

§. 490. In den meisten Fällen folgt die Linie der Mutterkuchen den Rändern des Karpellblattes und demnach werden, wenn dieses Blatt vollständig gefaltet ist, so daß seine Ränder sich berühren und verwachsen, indem sie das Karpell oder das Fach schließen und durch dieses Verwachsen einen Winkel bilden, welcher der Blütenachse entspricht, die Mutterkuchen diesen Winkel einnehmen: man nennt alsdann die Mutterkuchenstellung achsenständig. Ist der Eierstock vielfächerig, so befindet sich dieser Winkel für jedes Fach an der inneren Vereinigung von zwei benachbarten Scheidewänden (Fig. 376, 379), welche sich sogar, wenn sie einmal zur Achse gekommen sind, mehr oder weniger von innen nach außen in dem Inneren des Faches winden können.

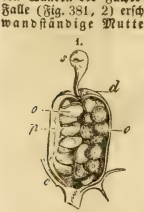


376. 377. 378.

§. 491. Wir wollen aber annehmen, daß die Ränder der gekrümmten Karpellblätter nicht bis zu der Achse gelangen und auf diese Weise in dem Innern des Eierstocks nur unvollständige Scheidewände bilden (Fig. 378, 380), oder sogar, daß sie sich gar nicht krümmen, nicht mehr an einer Seitenfläche, sondern blos an ihren Rändern verwachsen (Fig. 381, 2), und daß also keine Scheidewand stattfindet, so werden die Mutterkuchenlinien, welche diesen Rändern folgen, dadurch auf eine mehr oder minder große Entfernung von der Achse gebracht und längs der unvollständigen

376. 377. 378. Horizontalschnitte von Eierstöcken, welche aus zwei Karpellblättern bestehen, deren umgeschlagene Blätter an der Achse a in 376 zusammenkommen, sich in dem Innern des Faches biegen, nachdem sie sich an der Achse in 377 begegnet, nicht bis zu der Achse in 378 gelangen.

Scheidewände in dem ersten Falle (Fig. 380), an den Wänden des Faches selbst aber in dem zweiten Falle (Fig. 381, 2) erscheinen. Dies nennt man die wandständige Mutterkuchenstellung.



In diesem Falle entspricht jede Mutterkuchenlinie den Rändern von zwei verschiedenen Karpellen, während sie in dem vorhergehenden Falle den beiden Rändern eines und desselben Karpells entsprach. Die achsenständigen Mutterkuchen sind also wechselständig in Beziehung auf die wandständigen Mutterkuchen, und diese theoretische Wahrheit wird oft faktisch bestätigt. In Eierstöcken mit achsenständiger Mutterkuchenstellung, wohin z. B. die von mehreren Meliaceen gehören, ziehen sich bisweilen die Scheidewände auf eine gewisse Entfernung von der Achse zurück, und jede Reihe von Eichen, welche in den gut geordneten Eierstöcken den innern Winkel des Faches einnahm und mit den Scheidewänden wechselständig war, trennt sich in zwei Reihen der Länge nach, wovon jede mit einer ähnlichen Reihe des benachbarten Faches verwächst, um mit demselben an dem freien Rande der unvollständig gewordenen Scheidewand eine Mutterkuchenlinie zu bilden. In allen Fällen ist es klar, daß jede Mutterkuchenlinie nothwendig eine binäre Verbindung ist.

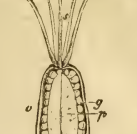
§. 492. Nehmen wir drittens an, daß bei den achsenständigen Mutterkuchen, wie in dem ersten Falle der Theil der Scheidewände, welcher zwischen ihnen und den Wänden des Eierstocks liegt, frühzeitig in seiner Entwicklung stille stehe, der Entwicklung dieser andern Theile nicht folge und bald zerreiße und verschwinde. Die Placentarien mit ihren Eichen werden alsdann eine Masse ohne wahrnehmbaren seitenständigen Verband mit den Wänden bilden (Fig. 382, 383); die verschiedenen Fächer, welche nicht mehr durch Scheidewände getrennt sind, werden

379. Horizontalschnitte des Eierstockes der Fuchsia coccinea: — *cccc* Wand des Eierstocks oder Vereinigung von vier Karpellblättern, welche ihn bilden; — *a* viereckige Achse, welche mit den Scheidewänden verwachsen ist und sie unter einander verbindet; — *o* Eichen, die an dem inneren Rande der Scheidewände befestigt sind.

380. Horizontalschnitt des Eierstocks der Erithrea centaurium: — *c* Wand der Eierstocks oder Karpell; — *p* ihr Rand, welcher den Kuchen bildet und die Eichen *o* trägt. — *l* Höhlung oder Fach.

381. 1 Pistill der Viola tricolor, das vertikal geschnitten ist, um das Anhängen der Eichen *o* an den Wänden zu zeigen. — Man bemerkt zwei Nähte, die eine von vorne, die andere im Durchschnitt, und man sieht, daß dieser eine Linie der verdickten Wand oder der Mutterkuchen *p* entspricht; — *c* Kelch; — *d* Eierstock; — *s* Narbe, zipfelförmige, an einem kurzen Griffel.

2. Horizontalschnitt derselben: — *p* Mutterkuchen; — *o* Eichen; — *s* Naht.



in eine einzige Höhlung verschmelzen, aus deren Mitte der Mutterkuchenkörper p mit seinen Eichen o sich erheben wird; dies nennt man centrale Mutterkuchenstellung.

Wir haben also drei Hauptarten der Mutterkuchenstellung: die achsenständige, die centrale und die wandständige: von diesen beiden letzteren unterscheidet sich die erstere durch die Vernichtung der Scheidewände, die andere durch ihre unvollständige Bildung.

§. 493. Indessen haben die beiden letzteren Arten nicht unveränderlich den Ursprung, den wir ihnen angewiesen haben, und nach welchem die Mutterkuchen immer den beiden Rändern des Karpells folgen würden. In einigen, zwar seltenen Beispielen scheinen sie seinem Mittelnerven und nicht seinen Rändern zu entsprechen, und schon in dem Butomus (Fig. 358) haben wir gesehen, wie sie sich über die ganze Oberfläche des Faches zerstreuen. Dies sind nun zwei Modifikationen der wandständigen Mutterkuchenstellung, auf welche sich die vorhin angegebenen Regeln nicht anwenden lassen. Man kann auch für die centrale Mutterkuchenstellung einen andern Ursprung annehmen, als den ersten, von dem wir gesprochen haben. Nehmen wir an, daß sich das Placentarium ganz unabhängig von dem Karpelle entwickle, mit welchem wir es bisher immer verbunden angetroffen haben, daß mehrere dieser Blätter, die um den Mutterkuchenkörper, welcher die Blütenachse fortsetzt und beendigt, quirlartig herumstehen, sich um ihn herumbiegen, indem sie unter sich verwachsen und ihn einhüllen, ohne ihn zu berühren. Wir bekommen eine centrale, vollkommnere Mutterkuchenstellung als die ist, welche vorher erklärt wurde, denn erstens wird sie gleich im Anfange so gewesen sein, während die andere es erst durch die ungleiche Entwicklung der Theile geworden ist, woraus das Verschwinden der Scheidewände entsprang, wovon man oft sogar noch später Spuren an dem unteren Theile des Eierstocks, z. B. an vielen Caryophylleen antrifft; zweitens: kann sie sogar in einem einfachen Karpelle vorkommen, während die andere zu ihrer Bildung das Verwachsen mehrerer Karpelle verlangt.

§. 494. Schleiden nimmt an, daß in allen Fällen das Placentarium nur das äußerste Ende der Blütenachse sei, deren Eichen demnach die letzten modifizirten Knospen wären, eine Achse, welche ihrer Gestalt und ihren Eintheilungen nach, wie die des Blütenstandes bald einfach, bald mannigfaltig verästet, verschieden sei; daß sich die Karpelle, welche um diese Achse herumstehen, bald um dieselbe entfalten, entweder ohne ihr anzuhängen (centrale Mutterkuchenstellung), oder indem sie mit ihren divergirenden Berändungen verwachsen (wandständige Mutterkuchenstellung), bald sich auf sie zurückbiegen, indem sie einen gewissen Umfang

382. Vertikalschnitt des Pistills Corastium biebersteinii: — *o* Eierstock; — *p* Placentarium; — *g* Eichen; — *s* Griffel.

383. Das Nämliche horizontal geschnitten, von dem man die beiden Hälften entfernt hat, der so getrennt wurden, daß sie das Innere des Faches mit seinem centralen Placentarium *p*, das ganz mit Eichen *g* besetzt ist, sehen lassen.

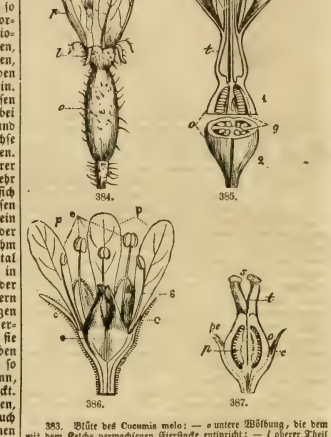
der einfachen Achse oder eine ihrer Verästungen mit den Eichen, welche sich darauf befinden, umfassen, und welche alsdann oft auf diese Weise aus dem innern Winkel hervorzukommen scheinen (achsenständige Mutterkuchenstellung). Diese Theorie kann für eine gewisse Anzahl von Fällen richtig sein und erklärt auf eine sehr befriedigende Weise mehrere derselben, die sonst schwer zu begreifen wären. Indessen gibt es viele andere Fälle, wo man bei Verfolgung der Entwicklung der Karpelle und der Eichen gleich bei ihrem ersten Erscheinen so offenbar sieht, wie sich die zweiten auf den Rändern der ersten bilden, daß man sich nur mit Mühe den Folgerungen aus der unmittelbaren Beobachtung entziehen kann.

§. 495. Wie es sich nun auch mit der ersten Art ihrer Bildung verhalten mag, so liefert die Mutterkuchenstellung, wenn man sie in dem zu seinem vollkommenen Zustande gelangten Eierstocke annimmt, sehr gute Kennzeichen zur Unterscheidung der Pflanzen, und wenn man sieht, daß sie in einigen Familien verschieden ist, so gibt es dagegen eine weit größere Anzahl, wo sie auf eine constante Weise dieselbe bleibt; so ist sie z. B. achsenständig in den Malvaceen, Euphorbiaceen, Campanulaceen; wandständig in den Violarieen, Papavaraceen, Caparideen, Grossularieen, Orobancheen u. s. w.; central in den Caryophylleen, Portulaceen u. s. w. Sie scheint es wesentlich in den Primulaceen, Samtalaceen, Olacineen u. s. w. zu sein.

§. 496. Wir haben gesagt, daß das Verwachsen mehrerer Karpelle in einen einzigen Eierstock nur bei denen gefunden werde, welche gequirlt auf einer und derselben Ebene stehen, und daß demnach die Achse des Eierstocks und ihre Scheidewände parallel laufen. Indessen kann man sich auch das Verwachsen mehrerer Karpelle denken, die auf verschiedenen, aber sehr nahen Höhen liegen; in diesem Falle sind die sich berührenden Flächen, durch welche das Verwachsen stattfinden muß, nicht mehr seitenständig, sondern ein Karpell wird sich an seiner oberen Fläche mit der untern von demjenigen vereinigen, das sich über ihm befindet, und die Scheidewände werden horizontal oder schief sein. Dieser äußerst seltene Fall scheint in dem Eierstocke des Granatbaums vorzukommen, der sehr unregelmäßig in mehrere Stockwerke von Fächern eingetheilt ist. Wenn diese Arten von Verwachsungen zwischen den Karpellen stattfinden, die auf einer verlängerten Achse spiralförmig stehen, so verwachsen sie gewöhnlich nur an ihren Grundflächen und bleiben an dem größeren Theile ihrer Ausdehnung getrennt, so daß man keinen Zweifel über ihre Mehrheit haben kann, wie man dies z. B. an mehreren Annaceen erblickt.

§. 497. Wir haben bereits (§. 369) gesehen, daß die Karpelle nicht bloß unter sich, sondern auch mit den andern Quirlen der Blüte verwachsen können und daß dies gewöhnlich mit dem Kelche der Fall sei, so daß die dazwischen liegenden Quirle in dieses Verwachsen mit eingeschlossen werden und daß alle Theile der Blüte auf diese Weise unten in einen einzigen Körper verschmolzen sind. Die Ausdrücke **verwachsener Kelch** und **verwachsener Eierstock** zeigen beide dieses Verhältniß an; man bezeichnete es ehemals mit dem Namen **oberständiger Kelch** und **unterständiger Eierstock**, weil in diesem Falle der Saum (Fig. 384, i), welcher den abgesonderten Theil des Kelches bildet, über dem Eierstocke o zu entstehen scheint, mit welchem sein unterer Theil, oder seine Röhre verschmilzt. Das Gewebe des Eierstockes, sowie das des Kelches, sind in diesem Falle stetig, obgleich öfters einige wahrnehmbare Verschiedenheiten die Gränzlinie von der einen zum andern feststellen; indessen beschreibt man sie doch, wie den Eierstock, obgleich die Epidermis und die unterliegende Schichte eigentlich zum Kelche gehören.

Bisweilen findet ihr Verwachsen nur an ihrem untern Theile Statt, und sie machen sich oben von einander los, was man durch den Ausdruck **halbverwachsener Kelch**, oder Eierstock anzeigt (Fig. 386, 387). Wenn sie im Gegentheile vollständig von einander unabhängig sind, so nennt man sie **frei**; ehemals sagte man **unterständiger Kelch** und **oberständiger Eierstock**. Im Allgemeinen ist dieses Verhältniß des Kelches zum Eierstock ein wichtiges Kennzeichen und dies um so mehr, als das Verwachsen die Umweidigkeit oder die Oberweidigkeit der Staubgefäße zur nothwendigen Folge hat; man



384. 385.

386. 387.

383. Blüte des Cucumis melo: — *o* untere Wölbung, die dem mit dem Kelche verwachsenen Eierstocke entspricht; — *l* oberer Theil des Kelches, der über den Eierstock oder den Saum hervorragt; — *p* Korolle.

385. Blüte von der Fuchsia coccinea, die durch einen Horizontalschnitt, der durch die Mitte ihres Eierstockes *o* geht, in zwei Hälften getheilt ist. — Man ließ die untere Hälfte 2 unangetastet, um die vier Fächer mit den an ihrem innern Winkel befestigten Eichen zu zeigen. Fig. 380 zeigt diesen Schnitt noch mehr vergrößert: — man hat die obere Hälfte 1 vertikal geschnitten, um die in jedem Fache reihenweise liegenden Eichen *g* zu zeigen; der unten mit dem Eierstocke verwachsene Kelch verlängert sich über ihm in eine Röhre *t* und theilt sich in seiner Spitze in mehrere Abschnitte *k*, die Blumenblätter *p* sind auf dieser Röhre in der Höhe eingefügt, wo sie sich theilt, die Staubgefäße *e* ebenfalls, abwechselnd größer und kleiner; der Griffel erhebt sich aus der Spitze des Eierstockes und endigt sich in eine einförmige Narbe *s*.

386. Vertikalschnitt der Blüte von **Saxifraga geum** um ihren bis zu der Höhle ihrer Höhe mit dem Kelche *c* verwachsenen Eierstock zu zeigen: — *p* Blumenblätter; — *e* Staubgefäße; — *s* Griffel und Narbe.

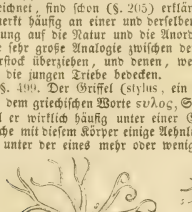
387. Senkrecht geschnittenes Pistill einer anderen Pflanze aus derselben Familie, **Hotcia japonica**, um das Innere ihrer beiden Fächer zu zeigen: — *o* zwei Eierstöcke, die in einen einzigen verwachsen sind, der bis auf die Hälfte seiner Höhe mit dem Kelche *c* verwachsen ist; — *t* Griffel; — *s* Narben; — *g* achsenständige und hervorragende Mutterkuchen, die ganz mit Eichen bedeckt sind; — *pe* Grundfläche der Blumenblätter.

muß es also sorgfältig bei dem Anfange der Untersuchung einer jeden Blume nachweisen. Man erkennt oft sehr leicht den verwachsenen Eierstock an der Wölbung, welche sich unter den Kelcheintheilungen zeigt (Fig. 284 und 285, o). Der Querschnitt dieser Wölbung weist nach, ob man einen einzigen hohlen Körper mit einem oder mehreren vollkommen verschlossenen Fächern habe, wie z. B. in der Blüte des Apfelbaumes. Wenn man auf gleiche Weise die Blüte des Rosenstocks zerschneidet, wo man eine so beträchtliche Wölbung hat, so sieht man dagegen eine an ihrer Spitze offene Höhlung, welche ganz mit abgesonderten Karpellen bedeckt ist (Fig. 369). Man sagt also, daß es einen verwachsenen Eierstock in dem Apfelbaume, mehrere freie Eierstöcke in dem Rosenstocke gebe.

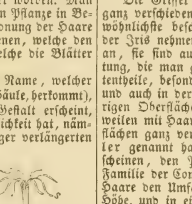
§. 498. Die Gestalt des freien oder mit dem Kelche verwachsenen Eierstocks ist sehr verschieden. Die gewöhnlichste Gestalt ist die eines Sphäroids, oder noch öfters die eines Ei's. Wenn mehrere Fächer vorhanden sind, so kündigt sich ihr Dasein oft äußerlich durch eben so viele mehr oder weniger tiefe Furchen an, die sich von der Grundfläche des Eierstocks bis zum Anfange des Griffels erstrecken und die Linien angeben, nach welchen sich die verwachsenen Karpelle vereinigen, und die demnach mit den Fächern wechselständig sind. Die Mitte der Rückenfläche eines jeden von diesen Karpellen oder Fächern bezeichnet bisweilen eine andere mehr oberflächliche Furche oder an ihrer Stelle eine Rippe oder ein vorspringender Winkel. In anderen Fällen zeigt die ganze vollkommen gleichförmige Oberfläche des Eierstocks keine inneren Eintheilungen nicht an. Wenn die sehr gewölbten Rückenflächen durch sehr tiefe Furchen von einander getrennt sind, so sagt man, der Eierstock sei **gelappt**.

Eben diese Oberfläche ist kahl, oder auf verschiedene Weise behaart. Die Ausdrücke, mit welchen man die verschiedenen Grade und Arten der Behaartheit bezeichnet, sind schon (§. 205) erklärt worden. Man bemerkt häufig an einer und derselben Pflanze in Beziehung auf die Natur und die Anordnung der Haare eine sehr große Analogie zwischen denen, welche den Eierstock überziehen, und denen, welche die Blätter und die jungen Triebe bedecken.

§. 499. Der Griffel (stylus, ein Name, welcher von dem griechischen Worte στυλος, Säule, herkommt), weil er wirklich häufig unter einer Gestalt erscheint, welche mit diesem Körper einige Aehnlichkeit hat, nämlich unter der eines mehr oder weniger verlängerten Cylinders, der sich entweder, und zwar meistens von unten nach oben, oder bisweilen von oben nach unten stufenweise verdünnt, gehört zu einem Karpell, und ist oft unzertheilt, oft sucht er sich aber auch durch Zweigabelung zu theilen (Fig. 251, 2. s), und bisweilen theilt sich jeder Zweig dieser Gabel selbst wieder (Fig. 388, s).



388.



389.

388. Weibliche Blüte der **Emblica officinalis**: — *c* Kelch; — *p p* Blumenblätter; — *i* häutige, den Eierstock umgebende Röhre; — *o* Eierstock mit drei Griffeln *s*, wovon jeder zweimal zweigabelig ist.

389. Pistill der **Malva alcea**. — *o* Eierstöcke der Zahl nach 9, die in einen einzigen verwachsen sind, auf welchem sich eben so viele Furchen abbilden; — *t* Säule, welche durch die 9 Griffel, die bis zu ihrer Spitze unter sich verwachsen sind, gebildet ist; sie trennen sich hier, indem sie auseinander laufen und sich zurückbiegen: jeder endigt sich in eine Narbe *s*.

Cylinders, der sich entweder, und zwar meistens von unten nach oben, oder bisweilen von oben nach unten stufenweise verdünnt, gehört zu einem Karpell, und ist oft unzertheilt, oft sucht er sich aber auch durch Zweigabelung zu theilen (Fig. 251, 2. s), und bisweilen theilt sich jeder Zweig dieser Gabel selbst wieder (Fig. 388, s).

Wenn der Eierstock mehrfächerig ist, so können die entsprechenden Griffel in ihrer ganzen Länge in einen einzigen verwachsen, und in diesem Falle, sowie in dem, wo der Griffel für ein einziges Karpell unzertheilt ist, nennt man den Griffel **einfach** (stylus simplex. Fig. 389). In andern Fällen verwachsen sie nur theilweise, gewöhnlich unten, und man nennt alsdann einen Griffel vieltheilig oder vielspaltig (Fig. 389), nach der mehr oder minder großen Höhe, bis zu welcher die Griffel verwachsen sind. Ihre Zahl gibt man durch das Wort oder die Ziffer an, der man alsdann die Endung **theilig** oder **spaltig** anhängt (bifidus, tripartitus etc.). Dies sind Ausdrücke, welche in allen älteren Beschreibungen gebräuchlich sind, in den neueren findet man oft die nämliche Sache durch 2, 3, 4 u. s. w. bezeichnet, bis zur Mitte, oder darüber, oder darunter verwachsene Griffel styli usque medium, supra medium, infra medium coaliti); obgleich endlich die Karpelle vollständig verwachsen sind, so können die Griffel doch unverbunden bleiben (Fig. 383, 387, 388), und man beschreibt alsdann 2, 3, 4, 5 mehrere freie Griffel, oder auch wohl einen Eierstock mit mehreren Griffeln (ovarium 2–3-multi-stylum). Mögen nun diese Griffel eines zusammengesetzten Eierstockes getrennt bleiben, oder an ihrer Grundfläche verwachsen, so können sie selbst einfach (Fig. 383) oder zertheilt (Fig. 388) sein. Wir haben bereits gesagt, daß ihre Zahl im Allgemeinen äußerlich die der Karpelle oder der Fächer angeben könne, und daß sie den inneren Winkeln von diesen entsprechen und demnach mit den Scheidewänden wechselständig sind.

Die Griffel sind, vermöge ihrer Gestalt, die oft ganz verschieden von der ist, welche wir als die gewöhnlichste beschrieben haben, sehr verschieden, in der Zris nehmen sie die Gestalt eines Blumenblattes an, sie sind auch in ihrer Länge und in ihrer Richtung, die man gewöhnlich mit der der anderen Blütentheile, besonders aber der Staubgefäße, vergleicht und auch in der Beschaffenheit ihrer kahlen oder haarigen Oberfläche verschieden, sie überziehen sich bisweilen mit Haaren, die von denen der andern Oberflächen ganz verschieden sind, und die man Sammler genannt hat, weil sie dazu bestimmt zu sein scheinen, den Pollen zu sammeln. In der großen Familie der Compositen bedecken diese ziemlich steifen Haare den Umfang des Griffels bis auf eine gewisse Höhe, und in einem mehr oder weniger großen Umfange (Fig. 390, p c), und da dieser Griffel, der

390.

391.

390. Gipfel des Griffels *t* von einem Aster, der sich in zwei Aeste cutigt, wovon jeder an einen mit Sammelhaaren *pc* bedeckten Konus ausläuft; — die Narbe *s* bemerkt man unten auf der inneren Fläche der Aeste in Gestalt einer kleinen Binde.

391. Gipfel der **Leschenaultia formosa**: — *t* Theil des Griffels; — *s* Narbe; — *i* Schleierchen.

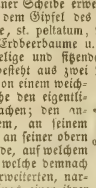
sich später, als die Staubgefäße entwickelt, sich in der Mitte der Antheren erhebt, welche ihn unmittelbar umgeben, so wirken diese Haare im Vorbeigehen auf die Fächer von diesen, wie eine Art von Bürste, und beladen sich auf diese Weise mit dem Pollenstaube. Bei den Lobeliaceen und Goodeneen stehen sie unmittelbar unter der Narbe in einer Art von Kreis, den man Schleierchen (indusium) genannt hat (Fig. 391, i).

§. 500. **Narbe.** — Wir haben gesehen, daß bei einem einfachen Karpelle die Narbe sitzend sein könne, d. h. sich unmittelbar auf dem Eierstocke befinde (§. 474), oder daß sie auf dem Griffel (§. 478), entweder bloß auf seinem oberen Ende (Fig. 360, 366, 367), oder an seinen Seiten (Fig. 365), oder bloß an einer seiner Seiten (Fig. 364) sitze, ein Fall, in welchem sie entweder einwärts oder auswärts von der Blüte stehen kann. Wir haben überdies gesehen, daß die Zellen, woraus sie besteht, bald eine gleichförmige Fläche bilden, bald sich in mehr oder minder starke Vorsprünge, in einfache Papillen oder in ächte Haare verlängern. Diese sind bisweilen in eine Art Pinsel oder Wedel zusammengebracht, oder so zerstreut, daß sie dem Flaume einer Feder ähnlich sind (federige Narbe), wie z. B. bei einer großen Menge von Gramineen (Fig. 392, s).

392.

Wenn sich der Griffel zertheilt, so muß sich die Narbe gleichfalls zertheilen, um die Gipfelständigkeit einer jeden dieser Zertheilungen zu bilden, und es ist sogar wahrscheinlich, daß sie oft allein dieselbe bilde. Die sucht auch wirklich durch Zweigabtheilung lappig zu werden, wie man dies an den Gramineen und Compositen sehen kann, wo sie doppelt ist, obgleich nur ein einziges Fach da ist.

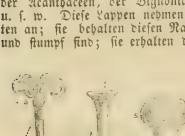
In den meisten Fällen zeigen aber ihre Zertheilungen, so wie die des Griffels an, daß man es mit einem Pistille zu thun habe, das aus mehreren Karpellen besteht, die wie ihre Griffel in ein einziges verwachsen sind. In diesem Falle kann es sich ereignen, daß die Narben allein an diesem Verwachsen keinen Theil nehmen, und an dem Ende des einfachen Griffels einen Körper bilden, der aus eben so vielen Lappen besteht, als sich Fächer im Eierstocke befinden. So entspricht die dreilappige Narbe, oder die fünfspaltige der Glockenblumen (Fig. 393) drei oder fünf Fächern; die zweilappige Narbe der Scrofularineen, der Acanthaceen, der Bignoniaceen, zwei Fächern u. s. w. Diese Lappen nehmen verschiedene Gestalten an; sie behalten diesen Namen, wenn sie dick und stumpf sind; sie erhalten den Namen Riemen, (zweispaltige Narbe z. B. in den Labiaten, Compositen (Fig. 295, s) dreispaltige Narbe, z. B. in dem Polemonium; vielspaltig u. s. w.), wenn sie verlängerter und spitzig sind; den der Blättchen oder Lamellen (zweiblättige Narbe, z. B. in dem Mimulus, in den Bignonia lactiflora, pandorea u. s. w. (Fig. 396), wenn sie zu einer dünnen, flachen Form ausgebreitet sind. Ein andermal verwachsen die Narben selbst in einen einzigen Körper, der an seiner Oberfläche entweder vollkommen gleichförmig oder oft mit eben so vielen oberflächlichen und strahlenden Furchen bezeichnet ist, als abgesonderte Narben seine Zusammensetzung bilden. Man nennt sie kopfig (stigma capitatum), wenn sie stumpf und breiter als der Griffel ist, auf welchem sie steht; sie kann kugelig, wie z. B. in der Mirabilis jalapa (Fig. 395, 366, s) halbkugelig, eiförmig (Fig. 385, s) polyedrisch, keulenförmig, sein; sie ist oft an ihrem Gipfel eben, wie in dem Sauerborne, oder sogar zu einer Scheibe erweitert, die mit ihrem Mittelpunkte auf dem Gipfel des Griffels steht (schildförmige Narbe, st. peltatum, wie z. B. in der Sarracenia, dem Erdbeerbaume u. s. w. (Fig. 394, s). Die schildförmige und strahlende Narbe der Mohne (Fig. 397, s) besteht aus zwei Theilen: den einen bilden Strahlen von einem weichwarzigen Gewebe, welche den eigentlichen Narbentheil ausmachen; den andern eine Art von einem, an seinem Umfange gekerbten und an seiner obern Oberfläche glatten Schilde, auf welchem diese Strahlen liegen, welche demnach eine Verwachsung von erweiterten, narbenhaltigen Griffeln längs einer ihrer Flächen hin vorzustellen scheinen.


397.

Die Narben, welche die wahrhaft einfachen Griffel, die, welche einem einzigen Karpelle oder einem einzigen Fache entsprechen, endigen, müssen, wenn sie selbst einfach sind, mit den Fächern und den Scheidewänden gegenständig sein; sind sie zweilappig, so sind ihre Lappen im Gegentheile mit diesen gegenständig.

Frucht.

§. 501. Ist die Befruchtung einmal bewerkstelligt, so sterben die Organe, welche dazu beigetragen haben, ab, und verschwinden mehr oder weniger schnell. Nun gehören diese Organe in zwei Klassen: erstens die einen sind wesentlich; auf der einen Seite die Antheren, auf der andern die Narbe und das leitende Gewebe; zweitens die andern sind accessorisch: die Staubfäden, welche die Antheren trugen, die Griffel, welche die Narben trugen, und durch welche sich das leitende Gewebe hindurchzog; endlich die Hüllen, welche diese ganze Vorkehrung beschützten; die Blumenblätter, deren augenscheinliche Analogie mit den Staubgefäßen wir mehr als einmal angezeigt haben, und der Kelch, der sich in so weit mehr von denselben unterscheidet, als er weit weniger modifizirte Blätter hat. Je unmittelbarer der Antheil ist, den die Organe an der Befruchtung nehmen, desto vorübergehender ist ihre Dauer. Demnach verwelken und verschwinden bald nach der Befruchtung die Narbe, das leitende Gewebe, die Antheren. Die Griffel, die Staubfäden, die Blumenblätter können etwas länger bleiben, gewöhnlich sterben sie aber bald, fallen ab, oder bleiben auch an ihrem Platze stehen. Selbst der Kelch bleibt, obgleich etwas später, und einige Fälle abgerechnet, wo er zu vegetiren, und sogar bisweilen zu wachsen fortfährt (§. 418) in seiner Entwicklung stehen, und hört auf zu leben, sei es nun, daß er sich


393. 394. 395. 396.

392. Pistill von dem Cynodon dactylon: — o Eierstock; — s Narben.

393. 396. Narben v. von verschiedener Bildung, mit der Spitze des Griffels r, der sie trägt.

393. Narbe der Campanula rotundifolia.

394. Narbe des Arbutus andrachne.

395. Narbe der Mirabilis jalapa.

396. Narbe der Bignonia pandorea. Die beiden Plättchen gegen von Natur auf ein Cruciferen, wie in Fig. 1, sie sind hinsichtlich der Form von einander entfernt in Fig. 2.

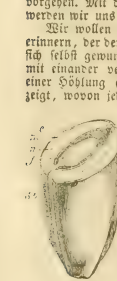
397. Pistill des Papaver somniferum: — o Eierstock; s Schild mit den strahlenden Narben.

ablöst, oder daß man ihn nach Art verwelkter Blätter bleiben sieht. Man hat den Namen Fruchtdecke (indusium) diesen Ueberresten des Kelches, der Korolle, der Staubfäden gegeben, die sich mehr oder weniger lang mit der Frucht zeigen, und einige Merkmale entweder durch ihr Bleiben selbst oder für die Kenntniß der Theile der Blüte und ihrer Verhältnisse abgeben können, wenn man sie nicht in ihrem vollkommenen und vorhergehenden Zustande beobachten konnte. Der Griffel bleibt bisweilen, und gewöhnlich in Gestalt einer Spitze, die gegen den Gipfel der Frucht hinliegt, von welcher man alsdann sagt, sie sei spitzendig.

§. 502. Um diese Zeit hat sich das Leben in dem Eichen concentrirt, wo die Befruchtung auslaufen muß, und in dem Eierstocke, der daselbe beschützt, indem er es einschließt. Von jetzt an fahren alle beide fort zu wachsen, indem sie ein neues Ansehen, neue Kennzeichen und auch neue Namen erhalten: das Eichen wird das Samenkorn, der Eierstock wird die Fruchthülle (pericarpium, von περι, um, herum, und καρπος, die Frucht, d. h. der Theil, welcher die Hülle von dieser bildet), und ihr Ganzes bildet die Frucht. Im Allgemeinen sind ihr Leben und ihre Entwicklungen auf das Innigste mit einander verbunden, und wenn etwa die Samenkörner fehlschlagen sollten, so wird sich die Fruchthülle nicht entwickeln; schlägt die Fruchthülle fehl, so werden die Samen verwelken. Man kann jedoch einige seltene Fälle anführen, in welchen entweder die Samenkörner ohne Fruchthülle reifen, oder das Fehlschlagen der Samenkörner, weit entfernt die Entwicklung aufzuhalten, sie zu begünstigen scheint, wie z. B. in den Bananen, dem Brodbaume u. s. w. Ihre Varietäten, die man ißt, und deren Frucht so fleischig und so saftreich wird, erzeugen keinen fruchtbaren Samen und wenn sich dieser entwickelt, so verliert das Fleisch der Frucht um so viel an Dicke und Schmackhaftigkeit. Man bemerkt übrigens etwas Aehnliches an den Früchten unserer Obstbäume, und die Wildlinge zeigen gewöhnlich eine weit größere Entwicklung des Samenkornes in Beziehung auf die der Fruchthülle.

§. 503. Wir wollen aber den gewöhnlichen und normalen Fall, nämlich den annehmen, wo die beiden Entwicklungen gemeinschaftlich gehen, und zuerst die Veränderungen untersuchen, welche in dem Eierstocke vorgehen. Mit denen des Eichens und seines Baues werden wir uns nachher abgeben.

Wir wollen uns zuerst an den Bau des Karpells erinnern, der der Bau eines umgeschlagenen oder um sich selbst gewundenen Blattes ist, dessen Ränder so mit einander verwachsen sind, daß es eine innere, einer Höhlung entsprechende und eine äußere Fläche zeigt, wovon jede mit ihrer Epidermis überzogen ist; zwischen diesen beiden Epidermisschichten liegt ein Parenchym, das von unten nach oben mit Gefäßen durchzogen ist, die aus Fasern und Gefäßen bestehen. Man kann also an demselben drei Schichten erkennen: die innere Epidermis (Fig. 398 e) oder die äußere Fruchthaut (epicarpium von επι, auf) das dazwischenliegende Parenchym (Fig. 398 n) oder Mittelhaut, mittlere Fruchthaut (mesocarpium von μεσος, in der Mitte befindlich); das innere Parenchym (Fig. 398 m) oder Innenhaut, Fächerhaut (endocarpium von ενδον, inwendig). Die Nützlichkeit dieser verschiedenen Namen entspringt aus der verschiedenen Entwicklung, welche diese Theile oft bei der Entwicklung der Frucht haben.



398. Unterer Theil des Karpells oder Hülse der Faba sativa im Querdurchschnitte, um die Zusammensetzung der Fruchthülle zu zeigen; — e äußere Fruchthaut oder äußere Epidermis; — m mittlere Fruchthaut; — n Innenhaut; — o Rückennaht; — s Bauchnaht; — g Samenkorn, das in der Höhe des Schnittes liegt und gleichfalls quer durchschnitten ist.

§. 504. Die Fruchthülle (pericarpium) behält bei ihrer Entwicklung ihre Aehnlichkeit mit dem Blatte, wie z. B. in der so bekannten Frucht des Schaftlinsenbaumes; man nennt sie alsdann blattartig oder krautartig. Bald verwischt sich diese Aehnlichkeit mehr oder weniger vollständig durch die Farbe und die verschiedene Consistenz, welche eine oder mehrere der drei Schichten erhalten. Die äußere, die Fruchthülle, welche das ausmacht, was man gewöhnlich die Haut der Frucht nennt, behält gewöhnlich das epidermische Aussehen, obgleich sie oft durch das Hinzukommen einer gewissen Anzahl zelliger Reihen verdickt wird. Die Mittelhaut erhält häufig eine Entwicklung, die von dem Parenchyme des Blattes ganz verschieden ist, und verwandelt sich in ein mehr oder minder saftiges, mehr oder minder dickes Fleisch; dies hatte Richard veranlaßt, für diese mittlere Schichte den Namen Fruchtfleisch (sarcocarpium von σαρξ, σαρκος, Fleisch) vorzuschlagen, ein Name, der seiner Etymologie nach für die krautartigen Früchte nicht paßt und wornach es besser ist, ihn ganz aufzugeben, oder ihn nur bei den fleischigen Früchten anzuwenden. Die Innenhaut bleibt bisweilen in dem Zustande einer feinen Haut, welche die Oberfläche des Faches überzieht; bisweilen inkrustiren sich aber ihre Zellen mit einer holzigen Materie, und es erleiden alsdann oft die des anstoßenden Theiles der Mittelhaut eine ähnliche Modifikation, so daß man um die Höhlung der Fruchthülle herum, eine mehr oder minder dichte, eine mehr oder minder harte Hülle bekommt; diese bildet bei vielen Früchten das, was man die Steinschale (putamen) nennt.

§. 505. Wir wollen die vorhergehende Darstellung durch einige sehr bekannte Beispiele erläutern. An einer Kirsche, Aprikose, Pfirsiche ist die Haut das Epikarp oder die äußere Fruchthaut, der Theil, den man ißt, das Mesokarp, die mittlere Fruchthaut oder das Fruchtfleisch; der Kern das Endokarp oder die Innenhaut oder Fächerhaut; wenn man diese öffnet, so findet man in dem Innern einen Kern, welcher das Samenkorn ist. In der Frucht des Mandelbaums findet man außerhalb der Mandel das Endokarp in Gestalt einer dünnen und zerbrechlichen Schale, welche ein Mesokarp mit einem lederartigen, grünen und dünnen Fleische überzieht. In der Frucht des Nußbaumes ist die Nuß das Samenkorn, das mit seinem Endokarp umgeben ist, die grünliche und faserige Hülle, die man beim Schälen wegschafft und die man unter dem Namen der grünen Nußschale kennt, ist das Mesokarp mit seiner Epidermis. Das Samenkorn dieser beiden letzteren Früchte ißt man also und wirft die Perikarpe weg, während man bei den ersteren einen Theil des Perikarps ißt und das Endokarp und den Samen wegwirft. Alle entspringen aus einer einfachen Karpelle. Die Birn, der Apfel hingegen entstehen aus einem zusammengesetzten und verwachsenen Eierstocke; ihre Schale oder Epikarp ist also die Epidermis des mit dem Eierstocke verwachsenen Kelches, ihr Fleisch ist das Mesokarp und in ihrem Mittelpunkte befinden sich fünf kleine Höhlungen, welche die Kerne oder Samenkörner enthalten und von einer knorpligen Schichte umgeben sind, welche das Endokarp ist. Die Frucht in der Mispel erlangt eine weit größere Entwicklung, die eines Kerns; man findet in derselben fünf Kerne, welche den fünf Fächern entsprechen. In anderen Früchten ist die Gränzlinie durchaus nicht so deutlich: in der Melone z. B. ver-

ändert sich das Mesokarp von außen, wo es eine grüne Farbe und einen herben Geschmack hat, nach innen, wo es eine andere Farbe mit dem zuckerartigen Geschmack besitzt, während die Spuren des Epikarps und das Endokarp kaum sichtbar sind. Die Schale der Orange ist die Vereinigung ihres Epikarps und Endokarps; die dünne Haut, welche die Viertel überzieht, ist das Endokarp, und diese Viertel bilden selbst eben so viele Fächer, welche mit einem Nebengewebe angefüllt sind, welche den Theil ausmachen, den man ißt, während man das eigentliche Perikarp wegwirft. Die verschiedenen Beispiele, welche wir in der Folge anzuführen Gelegenheit haben werden, werden sich an die vorhergehenden anreihen, um die Mannigfaltigkeit der Theile anzuzeigen, welche den Früchten ihren Geschmack, ihre Eigenschaften, ihre mannigfaltigen Anwendungen verleihen.

§. 506. Die Vereinigung der beiden verwachsenen Ränder des Karpells wird oft durch eine äußere Linie, durch eine Furche angezeigt, wenn sich diese Ränder ein wenig nach der Höhlung des Faches hingebogen haben. Man kann sie an vielen Früchten beobachten, die durch ein einfaches Karpell entstanden sind, z. B. an der des Schasliusbaums, an der Aprikose, Pflaume u. s. w., und nicht bloß an ihrer äußeren Oberfläche, sondern bis auf den Kern hin, dessen ganzer entsprechender Rand eine mehr oder weniger tiefe Kerbe hat. Der Name Naht, mit welchem man diese Spur bezeichnete, beweist, daß man seit langer Zeit ihren wahren Ursprung erkannt hat, weil dieses Wort anzeigt, daß zwei getrennte Flächen vereinigt worden sind, wie wenn sie zusammengenäht wären. Aber das karpellartig gefaltete Blatt kann außer dieser Linie, welche der Vereinigung seiner Ränder entspricht und demnach, wie sie, immer der Achse der Blüte gegenüber steht, noch eine andere haben, die seinem Mittelnerven entspricht und dagegen nach außen sieht. Man hat dieser zweiten Linie gleichfalls den Namen Naht gegeben, und da man in dem Karpelle und dem Samenkorne Rücken oder Rückenfläche diejenige nennt, welche auswärts gekehrt ist, Bauch oder Bauchfläche diejenige, welche einwärts gekehrt ist, so hat man in dem ersten Falle eine Rückennaht und eine Bauchnaht unterschieden.

§. 507. Es ist klar, daß die Rückennähte allein an der Oberfläche der vielfächerigen Früchte mit achsenständiger Mutterkuchenstellung vorkommen können, weil die Bauchnähten auf denselben verborgen und in der Dicke der Frucht modifizirt sind. Wenn aber die Mutterkuchenstellung wandständig (§. 491) oder mittelpunktständig (§. 492—493) ist, so sind die Ränder der Karpelle nach der Peripherie hin versetzt, ihre Bauchnähten sind es gleichfalls und können alsdann äußerlich gesehen werden.

§. 508. Wenn man die Naht mit Aufmerksamkeit betrachtet, so scheint sie aus der Vereinigung von zwei verwachsenen Büscheln zu bestehen, die man sehr leicht dadurch von einander trennt, daß man eine feine Platte zwischen sie bringt und durchzieht. Diese Trennung geht von selbst in vielen Früchten zu einer gewissen Zeit entweder auf der Bauchnaht oder auf der Rückennaht, oder auf allen beiden zugleich vor; daraus erhellt alsdann, daß das Perikarp in mehrere Stücke getheilt wird, deren Zahl in den regelmäßigen Fällen der Zahl der Fächer gleich oder gedoppelt sein muß; diese Stücke werden Klappen (Valvæ) genannt, und man sagt nach der Zahl derselben, die Frucht sei einklappig, zweiklappig, dreiklappig, vielklappig (uni-bi-tri-multi-valvis).

§. 509. Wir haben so eben mehrere von den Veränderungen gesehen, welche die Theile des Eierstockes bei ihrem Uebergange in den Zustand des Perikarps erleiden können, wir haben aber bis jetzt angenommen, daß alle seine Theile sichre gelmäßig entwickeln, was aber nicht immer der Fall ist. Die verschiedenen Theile des Eierstocks können sich so modifiziren, daß man sie kaum in der zu ihrer Reife gekommenen Frucht wieder erkennen kann. Die Fächer, die Samenkörner, welche sie und ihre Mutterkuchenstellung enthalten, die Scheidewände, welche sie trennen, zeigen oft Modifikationen, deren Studium von Wichtigkeit ist.

Von den Karpellen, welche entweder frei oder verwachsen das Pistill ausmachten, schlagen oft mehrere fehl, so daß man sie in gleicher Anzahl nicht mehr in der Frucht wieder findet. Die Mißfälle finden bisweilen mit einer großen Regelmäßigkeit Statt und kommen fast immer mit der Zahl der Eichen vor. So zeigt der Eierstock der Esche zwei Fächer, jedes derselben enthält zwei Eichen mit achsenständiger Mutterkuchenstellung; aber die beiden Eichen in einem Fache und ein Eichen in dem andern entwickeln sich gewöhnlich nicht; das einzige, welches reift, stößt alsdann die Scheidewand zurück (Fig. 414), welche an den Wänden verwächst, so daß das zweite Fach sich verwischt, und daß man endlich nur eine einzige Höhlung findet, welche ein einzelnes Samenkorn enthält, das an ihrer Seite und nicht mehr an der Achse befestigt ist. Der Roßkastanienbaum hat einen Eierstock mit drei Fächern, wovon jedes zwei an der Achse befestigte Eichen hat, und durch ähnliches Fehlschlagen hat seine Frucht dem Anscheine nach nur ein einziges Fach mit einem großen einzigen Samenkorne. Wir wollen uns mit diesen zwei Beispielen begnügen, die wir übrigens leicht vervielfältigen könnten. In andern Fällen geht das Fehlschlagen nicht so regelmäßig vor sich, und unter den Früchten einer und derselben Pflanze enthalten nicht alle ganz genau die nämliche Anzahl von Fächern und von Samenkörnern, je nachdem dieses oder jenes Eichen der Befruchtung entgangen, oder nicht entgangen ist. In dem Eierstocke muß man also die Zahl und die Ordnung der Karpelle und der Eichen studiren, welche später durch diese ungleiche oder unregelmäßige Entwicklungen entstellt werden, und auf diese Weise die ächte Symmetrie der Blütentheile maskiren können.

§. 510. Die Scheidewände werden auch mehr oder minder stark während der Zeitigung der Frucht modifizirt. Nach ihrem organischen Ursprunge sollten sie aus zwei verwachsenen Platten bestehen, und jede von diesen Platten aus drei Schichten, welche die des Perikarps vorstellen, wie man sie an den Seiten eines freien Karpells beobachtet; da aber diese Platten in der vielfächerigen Frucht, auf der einen Seite aneinander, auf der andern von den Samenkörnern gedrängt sind, welche die Fächer ausfüllen, so können sie ihre Schichten nicht frei entwickeln, von denen eine oder zwei theilweise abzehren. Die innerste, das Endokarp, entwickelt sich in den meisten Fällen allein und verwächst innig in die beiden verwachsenen Platten, welche auf diese Weise in eine einzige zusammenschmelzen. Bisweilen bleiben sie abgesondert, und es liegt sich sogar eine kleine Schichte von Mesokarp zwischen sie; aber das Epikarp verschwindet an denselben, indem es nur auf der freien Rückenfläche des Karpells bleibt und auf diese Weise bloß den äußeren Theil der Frucht überzieht, was man leicht an der Frucht des Ricinus, der Euphorbe oder der Malve nachweisen kann. Die Scheidewände, welche bisweilen in den Zustand einer dünnen Haut versetzt werden, können in einigen Früchten vor der vollständigen Reife ganz oder zum Theile zerstört werden, und wir haben (§. 492) gesehen, daß diese Vernichtung, welche in einer früheren Zeit in dem noch sehr jungen Eierstocke stattfindet, die centrale Mutterkuchenstellung in mehreren, z. B. in denen der Caryophylleen, bedingt.

§. 511. Bei einer kleinen Anzahl von Früchten bemerkt man in Folge der Entwicklung, welche die

Scheidewände erlangen, ganz entgegengesetzte Veränderungen. Der Eierstock des Tribulus hat fünf Fächer, und in dem Innern eines jeden sieht man schon, wie die Wand kleine Falten macht (Fig. 399, c), welche ein wenig zwischen die drei oder vier Eichen, welche in denselben enthalten sind, hineintragen. Sie fahren fort, immer mehr von hinten nach vornen vorzuschreiten, und zwar in dem Verhältnisse, als die Frucht reift, so daß sie endlich die entgegengesetzte Seite des Faches erreichen und sich zwischen die Samenkörner als eben so viele Querscheidewände legen, so daß jedes Fach wirklich in eben so viele Nebenfächer getheilt wird, welche über einander liegen. In den Früchten mehrerer Leguminosen, z. B. in der baumartigen Cassia, bemerkt man eine Reihe ähnlicher Eintheilungen, dies nennt man falsche Fächer und falsche Scheidewände, und man erkennt sie in diesem Falle leicht an der horizontalen Lage dieser Scheidewände und an ihrer auf die Befruchtung folgenden Bildung. Es ist aber klar, daß diese Verlängerungen oder Falten des Endokarps auch mit den ächten Scheidewänden parallel laufen können, was z. B. in den Astragalen stattfindet, wo jedes Karpell auf diese Weise in zwei abgetheilt wird. Diese unächten senkrechten Scheidewände, welche weit schwerer erkannt werden können, können es doch durch ihre Stellungsverhältnisse mit den Griffeln werden, und dadurch, daß sie nie die Körner tragen, und vorzüglich durch das Studium des jungen Pistills.

400. 399.

§. 512. Die Fächer füllen sich bisweilen mit einer breiartigen Materie, welche alsdann die Samenkörner gleichsam in ihrer Dicke eingebettet einhüllt (eingebettete Samen (semina nidulantia); sie erscheinen alsdann voll, und ihre Höhlung so wie ihre Scheidewände verwischen sich so, daß es nicht mehr so leicht ist, die Lage der Theile nachzuweisen. Abermals in dem Eierstocke muß man sie suchen, und man kann überdies die Bildung des Fruchtbreies auf diese Weise verfolgen. So sieht man in den Aroideen, daß das leitende Gewebe selbst über seinen Kanal hinaus in das Innere des Faches ausspreizt. In dem Eierstocke des Orangenbaums bemerkt man in jedem Fache, daß die Eichen an dem inneren Winkel befestigt sind, während auf der gegenständigen Fläche die Wand ganz mit kleinen Bläschen, oder gestreckten und grünlichen Zellen bedeckt ist, welche bei ihrer Vermehrung nach und nach die ganze Höhlung versperren, ihre Farbe verändern, sich mit wohlschmeckenden Säften anfüllen und auf diese Weise das Gewebe bilden, das man in der Orange ißt. In allen markig genannten Früchten sind es immer so strotzende Zellen, welche das Fach ausfüllen, aber bald hängen sie von dem Perikarp, wie in dem vorhergehenden Falle, bald von dem Samenkorne ab, wie in den Johannisbeeren und Granatäpfeln.

§. 513. Endlich zeigen auch die Mutterkuchen verschiedene Veränderungen in der Entwicklung der Frucht; natürlicherweise geschieht dies durch die Entwicklung der Gefäße und des Zellgewebes, welche das nährende System der Samenkörner bilden. Ein Theil bleibt an den Wänden des Faches fest, auf welchen er bisweilen einen bedeutenden Vorsprung bildet, ein anderer Theil macht sich von dieser Wand los, um eben so viele Verlängerungen zu begründen, als es Samenkörner sind und um dieselbe zu tragen. Sie haben oft die Gestalt einer kleinen Schnur, was ihnen auch den Namen Nabelstrang oder Nabelschnur (funiculus) verschafft hat. Man hat den Namen Podospermium (von πους, ποδος, Fuß, σπερμα, Samenkorn (Nabelschnur oder Keimgang), vorgeschlagen, welcher von mehreren Schriftstellern angenommen wird; aber diese Schriftsteller verändern auch den Namen Mutterkuchen in Trophospermium (Samenträger von τροφος, ernährend).

§. 514. Wir haben einen Blick auf die hauptsächlichsten Veränderungen geworfen, welche in dem Eierstocke von der Befruchtung an bis zur Reife der Frucht vorfallen. Wenn man über die Mannigfaltigkeit der Modifikationen nachdenkt, welche bereits der Eierstock zeigte, den man in der unermeßlichen Mannigfaltigkeit der Pflanzen beobachtete und wenn man sieht, wie sie sich mit noch weit zahlreicheren Modifikationen verbinden, welche ihm seine Entwicklung geben kann; wenn man sieht, wie er bei den einen fast das nämliche Volumen und die nämliche Consistenz behält, bei den andern eine Gestalt, ein Volumen, eine Consistenz bekömmt, die in gar keinem Verhältnisse zu seinem ursprünglichen Zustande steht; wenn man sich erinnert, daß z. B. die Johannisbeere und die Pfebe ihren Ursprung in Eierstöcken haben, die fast gleich und ähnlich sind, so begreift man die vielfachen und abstechenden Verschiedenheiten, welche die verschiedenen Früchte in ihrem Aussehen und in ihrem Bau haben müssen; man hat demnach viele Arten unterschieden und viele Namen zu ihrer Bezeichnung erfunden. Wenn man aber auch alle annimmt, so entgehen dennoch zahlreiche Modifikationen diesen Benennungen durch ihren Erklärungen, und man ist unaufhörlich genöthigt, Erklärungen, Umschreibungen beizufügen, um die in Frage stehende Frucht deutlich zu machen. Da nun diese Namen nur darum angenommen sind, um diese Beschreibungen mit Hülfe eines vorläufig genau bestimmten Wortes zu vermeiden, und da sie hier in den meisten Fällen dieselbe unerläßlich machen, so scheint es das Vernünftigste, sie nicht zu sehr zu vermehren und sich auf die zu beschränken, welche die allgemeinsten und constantesten Modifikationen bezeichnen. Dies wollen wir wenigstens in der nun vorzutragenden Classifikation thun.

§. 515. Wir wissen bereits, daß die Früchte wie die Eierstöcke aus Karpellen entstehen, welche entweder von einander unabhängig, oder in einen einzigen Körper verwachsen sind. Daher die erste Eintheilung in Früchte mit freien Karpellen (fructus apocarpi von απο, welches eine Trennung anzeigt) und Früchte mit verwachsenen Karpellen (fructus syncarpi von συν, welches eine Vereinigung anzeigt). Wir wissen überdies, daß das Perikarp seine dünne und plattartige Consistenz behalten, oder zu einer mehr oder minder dicken und fleischigen Masse anschwellen kann. In diesem letzteren Falle theilt sich die so verdickte Hülle nicht bei der Reife; nur bei ihrer Zerstörung, nur bei ihrer unregelmäßigen Spaltung, bei ihrem Verfaulen oder Verwelken macht sie endlich den darin enthaltenen Samenkörnern einen Weg; in dem Falle sogar, wo sie blattartig ist, kann sie fortfahren, verschlossen zu bleiben, alsdann aber öffnet sich das Perikarp entweder durch das Auseinandergehen der Nahten, von denen wir schon gesprochen haben (§. 508) oder durch einen etwas selteneren und nicht so regelmäßigen Bruch an irgend einem anderen Theile ihrer Oberfläche, wenn es einmal reif geworden ist, von Natur aus und die Samenkörner stehen auf diese Weise mit außen in Verbindung. Man unterscheidet also die Früchte, die sich nicht öffnen oder nicht aufspringen, sie mögen nun fleischig oder trocken sein, und die

399. Ein senkrecht geschnittenes Fach von dem Eierstocke des Tribulus terrestris, um die Vorsprünge c der Wand zu zeigen, welche anfangen sich von außen zwischen die Eichen o zu legen.

400. Ein Fach von einem reifen Karpell von demselben, ebenso geschnitten, um es durch Querscheidewände c zu sächsten getheilt zu zeigen, in deren einem man ein Samenkorn g gelassen hat.

Früchte, welche sich von selbst zur Zeit der Reife öffnen oder aufspringen, von einander. Wenn dieses Aufspringen längs der Nähten ihn stattfindet, so kann es an den beiden Nähten zu gleicher Zeit, oder nur an einer von den beiden geschehen und auf diese Weise jedes Karpell in zwei oder bloß in eine einzige Klappe zertheilen. Endlich kann jedes Karpell oder Fach einsamig (monospermus) sein, d. h. ein einziges Samenkorn enthalten oder **armsamig** (oligospermus), d. h. eine kleine Anzahl von Samenkörnern enthalten, oder **vielsamig** (polyspermus), d. h. eine größere Anzahl enthalten, dies sind die verschiedenen Kennzeichen, deren Verbindung dazu gedient hat, die verschiedenen von den Schriftstellern vorgeschlagenen Klassen von Früchten zu bezeichnen, welche die einen in der einen Ordnung, die andern in einer andern Ordnung angenommen haben. Wir werden hier diejenige annehmen, in welcher wir sie aufgezählt haben.

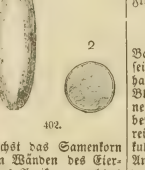
A. Früchte mit unverbundenen Karpellen.

a) Nichtaufspringend.

§. 516. Die einen haben ein fleischiges Perikarp und ein zu einem Kerne verhärtetes Endokarp und sind gewöhnlich einsamig, sei es nun, daß in dem Eierstock nur ein Eichen war, oder das von zweien eines fehlgeschlagen habe; dies nennt man eine Steinfrucht (drupa), wovon die Kirsche, die Pflaume u. s. w. uns ganz bekannte Beispiele liefern. Die Früchte des Mandel-, des Nußbaumes sind nur leichte Modifikationen und bezeichnen den Uebergang zu den folgenden Früchten.

Diese haben ein weit dünneres und trockenes Perikarp, in welchem die Consistenz des Endokarps und des Mesokarps keinen so abstechenden Unterschied zeigt. Ein einziges Korn füllt das Fach aus, mit dessen Wänden es in zwei verschiedenen Beziehungen stehen kann. In den meisten Fällen hängt es nur an seinem Nabelstrange an demselben und man hat alsdann eine **Schließfrucht, Achäne** (Achenium von α privativum und χαίνειν, sich öffnen, Fig. 401).

401.



402.

In andern Fällen aber verwächst das Samenkorn bei seiner Entwicklung mit den Wänden des Eierstocks, der es einhüllt, so daß das Perikarp, welches einen Theil seiner eigentlichen Decken auszumachen scheint, dem Anscheine nach verschwindet. Diese Frucht, die man **Karyopse** oder **Balgfrucht** nennt, hat lange Zeit den Namen **nackter Samen** geführt, den man sogar auf diese Achänen ausdehnte, weil man glaubte, daß die Decke der Frucht zu dem Samenkerne gehöre, den sie unmittelbar einhüllt. Man wird aber von der Wahrheit entweder durch die Gegenwart des Griffel, der aus dieser Decke hervorkommt und nur aus einem Eierstocke hervorkommen kann oder durch die Untersuchung von denen, in welchem die Trennung der Eichen von den Wänden des Faches noch ganz deutlich ist, vollkommen überzeugt. Wir wollen als Beispiele von Karyopsen die Frucht der Gramineen, z. B. das Getreide, den Hafer, den Roggen (Fig. 402), den Mais anführen, welche man gewöhnlich unter dem Namen Korn kennt. Das sehr dünne Perikarp und die Samenhaut, welche auf das Innigste verbunden sind, verschaffen ihr eine dem Anscheine nach einzige Hülle, welche die Kleie bildet, wenn man sie losmacht und sie durch das Mahlen zerreißt. Die Karpelle des Borretsch und anderer Borragineen, die der Ranunkeln, der Rosen sind Achänen, die in diesen verschiedenen Pflanzen mannigfaltig gruppirt sind. Die der Compositen sind es auch, sie sind aber durch ihr Perikarp ein wenig

403.

404.

verschieden, das mit dem Kelche verwachsen und nicht frei ist. Einige können zum Uebergange zu den Cariopsen dienen, weil ihr Samen stellenweise mit der Wand des Faches verwächst. Man nennt bisweilen Schlauchfrucht (utriculus) eine Achäne mit sehr dünner und gleichsam häutiger Wand. Nehmen wir an, daß sich das Perikarp über das Fach hinaus zu einer häutigen Platte verdünne, wo es beinahe auf eine Falte seines Epikarps reduzirt wird, so hat man eine **Flügelfrucht** (samara). Diese Falte scheint bald den Mittelnerven des Karpells, bald seine seitenständigen Nerven zu verlängern und auf diese Weise einen bald rückenständigen (Fig. 403), bald randständigen Flügel (Fig. 404) zu bilden.

b. Aufspringende.

§. 517. Wenn das Karpell sich bloß an seiner Bauchnaht öffnet, so rechtfertigt es am besten durch sein Aussehen das Entstehen, das wir ihm zugeschrieben haben, nämlich das eines um sich selbst gerollten Blattes; sein Name **Balgfrucht** (folliculus) erinnert daran, und doch war er lange Zeit angenommen, bevor man an diese Theorie dachte. Man findet zahlreiche Beispiele davon an den Früchten der Ranunkulaceen (wie z. B. der Nieswurz, Fig. 405, der Ancolie, den Delphinium u. s. w.), der Asclepiadeen, der Apocineen (wie z. B. das Immergrün u. s. w.). Das Karpell, welches sich durch seine Bauch- und Rückennaht öffnet und sich in zwei Klappen absondert, ist, wenn es eine sehr kleine Anzahl von Samenkörnern (gewöhnlich eines oder zwei) enthält, ein **Fruchtknopf** (coccum), mit gewöhnlich holzigem oder krustenartigem Endokarp (wie z. B. der weiße Diptam). Wenn es eine größere Anzahl von Samenkörnern enthält, die längs seiner inneren Naht befestigt sind, so ist es eine **Hülse** (legumen), welche ihren Namen der großen Familie der Leguminosen

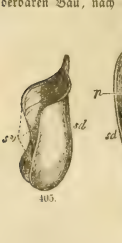
401. Eine Achäne, deren Vereinigung die Fruchtbes **Ranunculus** **sceleratus** bildet: — 1. ganz; — 2. quer durchschnitten, um ein Samenkorn g ohne Anhängung mit den Wänden zu zeigen.

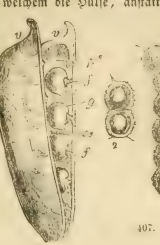
402. Eine Balgfrucht von **Secale cereale**: 1. ganz; — 2. Querschnitt, um das an den Wänden anhängende Samenkorn zu zeigen.

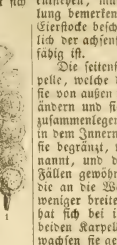
403. Frucht des **Acer pseudoplatanus** aus zwei Flügelfrüchten bestehend; a oberer Theil, der rückständigen Flügel bildet; — l unterer Theil, welcher dem Fache entspricht.

404. Eine Flügelfrucht von der Frucht einer **Birke**: — s bleibender Griffel; — dem Fach entsprechender Theil; — aa randständiger Flügel.

gegeben hat (z. B. der Frucht der Bohne, der Sumpfbohne, der Brockelerbse u. s. w., Fig. 406), eine Familie, die doch einige Ausnahmen zulässt, bei welchen das Perikarp verschlossen bleibt, anstatt sich in zwei Klappen zu zertheilen. Wieder andere zeigen den sonderbaren Bau, nach welchem die Hülle, anstatt sich







in ihrer ganzen Länge zu öffnen, sich von Weite zu Weite verengt und sich endlich in eben so viele Glieder absondert, wovon jedes ein Samenkorn enthält. Dieses Karpell, das nun so von querlaufenden Scheidewänden durchschnitten ist, die sich bei ihrer Gliederung spalten, gehört zu denjenigen, die wir Karpelle mit unächten Fächern genannt haben (§. 511), und wird gliedhülsig (lomentaceus), oder als Hauptwort Gliedhülse (Lomentum) genannt; als Beispiele führen wir das Karpell der Esparsetten (Fig. 407) der Kronwicken u. s. w. an.

§. 518. Wir wollen uns erinnern, daß es in einer Frucht mit unverwachsenen Karpellen, sowie in der Blüte, wo sie im Zustande des Eierstockes war, ein einziges Karpell geben könne, z. B. in den Leguminosen, dem Pflaumenbaume, Kirschbaume u. s. w., oder mehrere, und daß diese entweder kreis- oder quirlförmig auf einer und derselben Ebene, wie z. B. in der Eschwurz, der Spierstaude, der Nieswurz u. s. w., oder in verschiedenen Höhen auf einem erweiterten oder geräuferförmig ausgebildeten Torus, wie in dem Rosenstocke, dem Calycanthus u. s. w., oder der sich zu einer Achse verlängerte, wie bei dem Mouruus, der Ranunkel, dem Erdbeerstocke, der Magnolie u. s. w. stehen können. In allen diesen letzteren Fällen wird die spiralförmige Anordnung dieser Karpelle sehr deutlich wahrgenommen und erinnert an die der Blüten in einer Aehre oder einem Blütenkopfe. Man kann sie also nach diesem Aussehen ganz kurz beschreiben und z. B. sagen: ährenförmige, blütenkopfförmige Steinfrüchte oder Achänen, oder Fruchtknopfe, oder gewöhnlicher ährenförmige, kopfförmige Karpelle (carpellia capitulata, spicata). Diese Bezeichnungen, die durch eine kleine Anzahl von Wörtern jedem besonderen Falle angepaßt werden, sind den eigenen Benennungen, die man für einige von diesen Fällen vorgeschlagen hat, weit vorzuziehen.

405. Ein vollstes Karpell von Hellebonus foetidus nach dem Aufspringen: — *sd* Rückennaht; — *sv* Bauchnaht.

406. Offene Hülse von Pisum sativum: — *v* Klappen, welche von zwei Stücken des Perikarps gebildet sind, das man von Seite der äußeren Fläche oder Schale in *p* sieht, von Seite der inneren Fläche oder Scheidewand in *p'*; über einander liegende Samenkörner, die mannsdick kurze Stränge *ff* an einen Mittelstrahlen befestigt sind, welcher in Gestalt eines der Länge nach zusammengedrückten Cylinders den inneren Rand der Klappen belegt, in dem Bauchnahte zu entsprechen; — *sd* die äußere Naht, der dorsal Rückennaht entspricht.

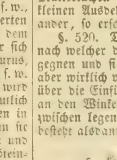
407. Gliedhülsige Frucht von dem Hedysarum coronarium: 1, ganz, das obere Glied derselben von den andern abgelöst; — 2, zwei Glieder der Länge nach durchschnitten, die auf dem Rücken zwei unächte Fächer, jedes mit seinem Samenkorne, haben lassen.

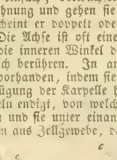
B. Früchte mit verwachsenen Karpellen.

§. 519. Bei diesen Früchten, die aus der Vereinigung mehrerer mit einander verwachsener Karpelle entstehen, muß man vorzüglich die Mutterkuchenstellung bemerken, welche verschiedener, schon bei dem Eierstocke beschriebener Modifikationen (§. 493), nämlich der achsenständigen, centralen oder wandständigen fähig ist.

Die seitenständigen Flächen der Fächer oder Karpelle, welche die Scheidewände dadurch bilden, daß sie von außen nach innen gehen, können ihre Richtung ändern und sich seitwärts oder von innen nach außen zusammenlegen. Sie bilden alsdann einen Vorsprung in dem Innern des Faches, und der Mutterkuchen, der sie begränzt, wird vorspringend (prominens) genannt, und dies um so mehr, als er sich in diesen Fällen gewöhnlich in Gestalt einer dicken Masse zeigt, die an die Wände des Faches durch eine mehr oder weniger breite Platte befestigt ist. Die Scheidewand hat sich bei ihrem Zurückbiegen gefaltet; von den beiden Karpellflächen oder Platten, durch deren Verwachsen sie gebildet wurde, hat sich jede in das Fach zurückgebogen, zu welchem sie ursprünglich gehörte, so daß jeder Mutterkuchen oft doppelt oder zweiplättig (bilamellata) zu sein scheint. Wenn die Scheidewände auf diese Weise von ihrem Wege ablenken, bevor sie bis zur Achse der Frucht gekommen sind (Fig. 378), so muß die Mutterkuchenstellung nothwendig wandständig sein; häufig aber gehen sie bis zur Achse, biegen sich von da in entgegengesetzter Richtung zurück und verlegen auf diese Weise den sie begränzenden Mutterkuchen in eine mehr oder minder große Entfernung von der Achse (§. 420); da er aber, bei seiner Entfernung von derselben dadurch immer an dem übrigen Theile des Perikarps hängt, so muß man ihn alsdann für achsenständig halten. Wenn sich die beiden Seiten eines und desselben Karpells auf diese Weise zurückschlagen, so convergiren sie nothwendig gegen einander, stoßen auf einander und verwachsen gewöhnlich. Wenn die zurückgebogenen Theile vollständig verwachsen bleiben, so erscheint der Mutterkuchen einfach; verwachsen sie nur in einer kleinen Ausdehnung und gehen sie aufs Neue auseinander, so erscheint er doppelt oder zweiplättig.

§. 520. Die Achse ist oft eine rein ideale Linie, nach welcher die inneren Winkel der Karpelle sich begegnen und sich berühren. In andern Fällen ist sie aber wirklich vorhanden, indem sie die Achse der Blüte über die Einfügung der Karpelle hinaus fortsetzt und an den Winkeln endigt, von welchen aus sie sich dazwischen legen und sie unter einander verbinden. Sie besteht alsdann aus Zellgewebe, das gefäßige Büschel





408. Frucht der Malva rotundifolia, von der man die Hälfte des Karpells weggenommen hat, um die zwischen denselben liegende Achse *a* zu zeigen, die von der Basis *b* des Kelches, wo die Griffel *s* entstehen, — *c* bis *d* dem Karpelle, die man an der Achse *a* befestigt gelassen hat, um welche sie paarlagig zusammenlegen. Die beiden Karpelle *c c* neigen sich mit ihren Seitenflächen.

409. Senkrecht durchschnittenes Karpell des Ricinus communis, so daß die Achse *a* sichtbar ist, die sich zwischen den Karpellen verlängert und sich in einem dreieckigen Raume, den diese frei lassen, zu einer steifen Schnur endigt, welche den Nabelstrang bildet; — *sp* Samenkörner in ihrem Fache; über jedem ist eine knotige Nabelwarze *c*; — *pp* Perikarp.

durchziehen, die sich bald in das Perikarp, bald in die Mutterkuchen zertheilen. Auf diese Weise erschöpft sie sich bei ihrem Aufsteigen und hört gewöhnlich unter der Einfügung der Griffel auf; in einigen seltenen Fällen aber sieht man, wie sie sich sogar darüber hinaus verlängert und sich zwischen die Griffel legt, wie sie sich zwischen die Karpelle gelegt hat; dies findet z. B. in den Geranium Statt, deren Frucht (Fig. 410) zur Zeit der Reife ihre fünf Karpelle und ihre Griffel zeigt, die sich von unten nach oben von einer langen pyramidalförmigen Achse losmachen, mit welcher sie auf diese Weise verwachsen waren. Die Malvaceen (Fig. 408), die Euphorbiaceen (Fig. 409) u. s. w. liefern Beispiele von sehr entwickelten Achsen, die sich aber gegen das Entstehen der Griffel hin endigen.

410.

§. 521. Wir wollen jetzt zur Aufzählung der verschiedenen Arten der gewöhnlichsten Früchten mit verwachsenen Karpellen übergehen, und sie wie die Früchte mit freien Karpellen in zwei Kategorien eintheilen, je nachdem sie sich zur Zeit der Reife nicht öffnen oder sich von selbst in mehrere Stücke trennen. Die ersteren können gleichfalls fleischig oder trocken sein.

a. Nicht aufspringende.

Man bezeichnet sie gewöhnlich mit dem Namen Beere (bacca); man nimmt blos dieses Wort, wenn das Perikarp fleischig ist, und setzt das Beiwort trocken hinzu, wenn es eine blattartige oder holzige Consistenz hat.

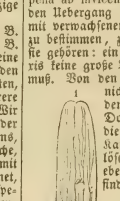
Die Beere kann von einem freien Eierstocke, z. B. in dem Solanum, oder von einem verwachsenen, z. B. an den Johannisbeerstöcken, herkommen; er kann eine achsenständige Mutterkuchenstellung haben, wie in den ersten, oder eine wandständige, wie in den zweiten, oder eine centrale, wie in den Ardisia. Mehrere Modifikationen haben besondere Namen erhalten. Wir haben schon (§. 505) von dem Apfel oder der Apfelfrucht (pomum), der Frucht des Apfelbaums, Birnbaums und anderer Rosaceen mit dickem Fleische, die mit dem verwachsenen Kelche bekleidet und mit ihrem Saume gekrönt ist, der an dem Orte verrochnet, den man das Auge nennt, gesprochen, von der Hesperidenfrucht (hesperidium), der Frucht des Orangenbaumes, Citronenbaumes und anderer Bäume aus derselben Familie, die frei ist, Fächer hat, die mit saftigen Bläschen angefüllt sind, und die mit einem häutigen Endokarp überzogen ist, während das Ganze eine mehr oder minder dicke Schale oder Haut umgibt. Man hat Kürbisfrucht (pepo) die Frucht der Melonen, Pfeben, Kürbisse und anderer Cucurbitaceen mit dickem Fleische genannt, welche in dem Mittelpunkte eine Höhlung haben, in deren Wänden die Samenkörner eingebettet sind; man hat Nußpflaume oder Steinbeere die Frucht genannt, die aus der Vereinigung mehrerer Steinfrüchte gebildet ist, und die demnach gegen die Mitte ihrer Dicke hin eben so viele Steinkörner (pyrenæ) zeigt, und welche aus einem freien Eierstock, wie in dem Breiapfelbaume (Fig. 411), oder verwachsen, wie in der Mispel, hervorkommen kann; einige Schriftsteller nennen diese letztere Modifikation Apfel mit Steinen, und Apfel mit Kernen die, von welcher wir weiter oben gesprochen haben.

Man kann statt Nußpflaume geradezu Steinfrucht mit mehreren Kernen sagen, und die Zahl derselben angeben. Begreiflich können die Kerne einer Nußpflaume oder Steinbeere unter sich so verwachsen, daß man nur einen einzigen im Mittelpunkte antrifft, und daß sich die Frucht dem Anscheine nach durchaus nicht von der Steinfrucht unterscheidet, wie wir sie beschrieben haben. Sie muß jedoch sorgfältig in so weit von derselben unterschieden werden, als sie aus einem zusammengesetzten Eierstocke hervorkommt, und nicht aus einem einfachen Karpelle; dies zeigt man auch dadurch an, wenn man sie als Steinfrucht mit vielfächerigem Kerne beschreibt, z. B. in der Cornetkirsche (Fig. 412).

b) Aufspringende.

§. 522. Man muß zwei Grade in dem Aufspringen der Früchte mit verwachsenen Karpellen unterscheiden: 1) Die Trennung der Karpelle unter sich; 2) die Zertheilung eines jeden Karpells, das sich besonders öffnet.

§. 523. Der erste Grad, durch welchen die Karpelle, nachdem sie mehr oder minder vollständig verwachsen waren, endlich durch ihre Trennung von einander zur Zeit der Reife unabhängig werden (carpella ab invicem solubilia), begründet augenscheinlich den Uebergang zwischen den Früchten mit freiem und mit verwachsenem Karpell, so daß es oft schwer wird, zu bestimmen, zu welcher von diesen beiden Klassen sie gehören: ein neuer Beweis, daß man in der Praxis keine große Wichtigkeit auf alle diese Namen legen muß. Von den so getrennten Karpellen kann jedes nichtaufspringend bleiben, wie dies bei den Malven, der Kapuzinerblüte, den Doldenpflanzen u. s. w. der Fall ist. Bei diesen letzteren (Fig. 413) bleiben die Karpelle, anstatt sich vollständig abzulösen, an der Achse hängen, die sich in ebenso viele Fäden zerlegt, als Fächer da sind, eine besondere Anordnung, welche



machte, daß man den Namen Hängefrucht (cremocarpium, von κρεμαεν, hängen) für diese Arten

410. Frucht des Geranium sanguineum; — c bleibender Kelch; — a Achse; — l Griffel, die mit ihr anfänglich verwachsen waren, und die sich von derselben losmachen, indem sie Eierstöcke o mit sich nahmen; — s Narben.

411. Frucht einer Achras sapota, deren Fleisch man durch einen Querschnitt in ihrer ganzen oberen Hälfte so abgelöst hat, daß man die Kerne n sieht, welche kreisförmig gegen den Mittelpunkt hin stehen; — c Epikarp; — s Fleischtheil.

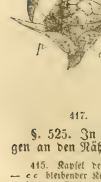
412 1. Frucht des Cornus mas, wovon man durch einen Querschnitt das Fleisch s in seiner ganzen oberen Hälfte abgelöst hat, so daß man den centralen Kern n sieht; — 2. Schnitt, der den Centralkern n selbst betrifft, um zu zeigen, daß er zwei Fächer hat; man hat das eine l leer gelassen, das andere mit dem Kerne y.

413. Frucht einer Doldenpflanze der Prangos ulopteras nach dem Aufspringen, das die beiden Karpelle ee entfernte und die Achse a in zwei Fäden theilte, an welchen diese Karpelle hängen bleiben: — ss bleibende Griffel.

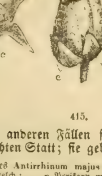
414. Frucht der Fraxinus oxyphylla: — 1. ganz mit ihrem Flügel a; — 2. unterer quergeschnittener Theil derselben, um zu zeigen, daß er zwei Fächer enthält, wovon das eine l schlechtlich und auf eine sehr enge Höhlung gebracht ist; das andere ist sehr entwickelt und enthält einen Samen y.

von Früchten vorgeschlagen hat. In allen diesen Fällen kann man, wenn das Fach einfamig ist, sagen, daß es eine Achäne vorstelle, wie es eine Flügelfrucht vorstellt, wenn es sich in einen Flügel verlängert; seine beiden so gestügelten Fächer trennen sich zur Zeit der Reife bei dem Ahorn (Fig. 403), bleiben aber verwachsen in der Esche (Fig. 414) und Ulme, und alle diese Früchte sind unter dem Namen Flügelfrucht miteinander vermengt worden; es wäre besser, diesen Namen für das einfache Karpell aufzubehren, das diese Art von Kennzeichen an sich trägt, und in diesen mannigfaltigen Fällen die Frucht so zu beschreiben, als befände sie aus mehreren Flügelfrüchten, die sich auf eine bestimmte Weise trennen oder nicht trennen.

§. 524. Die Früchte, die man als wahrhaft aufspringende betrachtet, und welche man unter dem allgemeinen Namen Kapselfrüchte (capsula) bezeichnet, sind diejenige, deren Karpelle sich selbst öffnete. Bisweilen geben aber die Nähte nicht nach, und das Perikarp zerreißt nach außen an einem einzigen constanten Punkte, entweder oben, z. B. in dem Ochsenmaule (Fig. 415, t), oder nach unten, oder in einem dazwischenliegenden Punkte, z. B. in den Glockenblumen (Fig. 416, t). Diese in ihrem Umfange mehr oder minder unregelmäßige Oeffnung hat die Gestalt eines Loches oder Poren, durch welchen das Perikarp klaffend (hians) wird. In einigen Früchten, z. B. des rothen Gauchheils, der Zusjuiame u. s. w., denen man den Namen Büchsenfrucht (pyxidium oder capsula circumscissa), oder im gemeinen Leben Seifenkugelbüchse, gegeben hat, ist das Perikarp quer so durchschnitten, daß es sich in zwei Hälften theilt: die untere, welche mit dem Mutterkuchen an den Torus befestigt bleibt, die obere, welche sich nach Art eines beweglichen Deckels (operculum) loslmacht. Ist dieses sonderbare Aufspringen (das Ringsumaufspringen, circumscissio) nach einer Art von querliegender Abgliederung geordnet, die derjenigen der gliedhälftigen Früchte ähnlich ist? Entspricht diese Transversale einer größeren Anstrengung oder einem geringeren Widerstande, der auf dieser Höhe geleistet wurde? So spaltet sie sich in der Frucht der Lecythideen genau auf der Höhe, wo das Perikarp nicht mehr von dem verwachsenen Kelche gestützt ist, kreisförmig.



417.



415.

416.

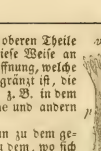
§. 525. In anderen Fällen findet das Aufspringen an den Nähten Statt; sie geben aber nur unvoll-

415. Kapsel des Antirrhinum majus nach dem Aufspringen; — c c bleibender Kelch; — p Perikarp mit 3 Löchern t t, wovon zwei einem Fache, und eines dem zweiten nahe an dem Gipfel entsprechen, welcher von dem übrigen Theile des bleibenden Griffels zugespitzt ist.

416. Kapsel der Campanula persicifolia, die sich durch Löcher t t unter der Mitte öffnet; — c bleibender Kelch, unten mit dem Perikarp p verwachsen, oben in fünf Riemen zertheilt, in deren Mitte man die verwelkte und zusammengefaltete Korolle sieht, welche einen Theil der Fruchtdecke e ausmacht.

417. Büchsenfrucht der Anagallis arvensis; — c bleibender Kelch; — p Perikarp, in zwei Hälften getheilt, wovon die obere sich als ein Deckel o ablöst. Man bemerkt auf beiden drei Linien, die von der Grundfläche zum Gipfel der Frucht hinlaufen, und die Nähte, und demnach die wahren Klappen bezeichnen; — g Körner, die eine kugelförmige Zusammenklümperung um einen centralen Mutterkuchen bilden.

ständig gewöhnlich an ihrem oberen Theile nach, und es entsteht auf diese Weise an dem Gipfel der Frucht eine Oeffnung, welche von diesen Klappenspitzen begränzt ist, die eben so viele Zähne bilden, z. B. in dem Cerastium (Fig. 418) Alsine und andern Caryophylleen.

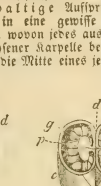


418.

§. 526. Wir kommen nun zu dem gewöhnlichsten Falle, nämlich zu dem, wo sich die Nähte vollständig spalten, so daß sich das Perikarp in seiner ganzen, oder fast ganzen Ausdehnung von dem Gipfel zu der Grundfläche oder seltener von der Grundfläche zu dem Gipfel in mehreren Stücken oder Klappen absondert.

Es kann sich ereignen, daß diesem Auseinandergehen der Nähte, das der Karpelle selber, d. h. der Fächer, welche sie vorstellen, vorangeht, und daß diese Fächer anfangen, sich durch die Spaltung der Scheidewände, welche sie beisammen hielten, von einander zu trennen (Fig. 419). Man sagt alsdann, das Aufspringen sei scheidewandspaltig. Die Scheidewände bilden die Seiten der Klappe, weil diese dem Karpelle selbst entspricht (valvae septis contrariae) in andern Fällen widerstehen die Scheidewände der Trennung und die Rückwand gibt nach, indem sie auf diese Weise in ihrer Mitte das Fach öffnet, das von den Seiten verschlossen bleibt (Fig. 420); dies ist das fachspaltige Aufspringen, durch welche das Perikarp in eine gewisse Anzahl von Stücken zertheilt wird, wovon jedes aus zwei Hälften nebeneinander, verwachsener Karpelle besteht, so daß die Scheidewände auf die Mitte eines jeden von die-

419.



420.

421.

422.

418. Kapsel des Cerastium viscosum nach dem Aufspringen: — p Perikarp, das oben in zehn Zähne, die Spitzen von eben so vielen Klappen, die unten verwachsen bleiben, getheilt ist; — c bleibender Kelch.

419. Kapsel der Digitalis purpurea in dem Augenblicke des Aufspringens, das die Scheidewand d in zwei Fächer ee spaltet, welche auf diese Weise das Ansehen von abgesonderten Karpellen bekommen. An dem Gipfel bemerkt man das Innere der Fächer mit den Samenkörnern g g.

420. Unterer Theil derselben, der quer durchschnitten ist, um die Zusammensetzung der Scheidewand d zu zeigen, welche von den zwei inneren verwachsenen Flächen der Karpellen e entstanden ist: — p zurückgebogene und hervorragende Placentarien in dem Inneren der Fächer; — g Samenkörner.

421. Kapseln des Hibiscus oculentus im Augenblicke des Aufspringens: — rrr Klappen; — c Scheidewand; — g Samenkörner.

422. Kapsel der Cedrela augustifolia, deren Klappen rrr sich von den Scheidewänden ee von oben nach unten getrennt haben, so daß die Achse a im Mittelpunkte bleibt mit fünf vorspringenden Win-

sen Stücken oder Klappen gebracht werden (valvæ septis oppositæ). Bisweilen geben die Scheidewände längs ihrem äußeren Rande nach und trennen sich auf diese Weise von den Klappen (Fig. 423), dies ist die wandabreißende Aufspringung.

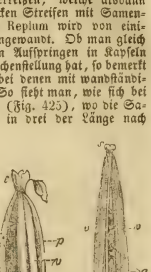
423. 424.

§. 527. In diesem letzteren Falle sind die Scheidewände unter sich und mit der Achse, welche in dem Mittelpunkte der Frucht mehr oder weniger entwickelt bleibt und eben so viele senkrechte Platten hat, als Scheidewände da sind, und in dem von ihren Zwischenräumen gebildeten eingehenden Winkel verwachsen, der mit den Placentarien überzogen ist, an welche die Samenkörner befestigt sind. In den Kapseln mit centraler Mutterkuchenstellung wird der Körper, welcher die Samenkorner trägt und die Mitte des Faches einnimmt, von der Achse gebildet, welche mit der so eben beschriebenen vollkommen verglichen werden kann; die Scheidewände abgerechnet, entweder, weil sie in Folge eines frühzeitigen Bruches verschwunden sind oder weil sie nie vorhanden waren.

Wenn sich die Scheidewände bei dem fachspaltigen und vorzüglich bei dem wandspaltigen Aufspringen nicht von den Klappen trennen, so müssen sie sich von der Achse absondern, und ist diese gehörig entwickelt, so sieht man sie in senkrechter Richtung in Gestalt einer Pyramide oder eines Konus, eines Prisma oder eines Cylinders bleiben; sie kann auf diese Weise mit einer Art von kleiner Säule verglichen werden und aus diesem Grunde wird sie oft Säulchen genannt; daß bleiben die Mutterkuchen auf diesem Säulchen, das auf diese Weise mit den Samenkörnern beladen ist, z. B. in den Euphorbien und andern Cucurbitaceen (Fig. 424, a); bald folgen sie den Rändern der Karpelle mit den Samenkörnern, und das Säulchen trägt sie nicht, z. B. in vielen Malvaceen.

Augenscheinlich kann sich die Achse nicht zeigen, wenn die Mutterkuchenstellung wandständig ist, weil sich in diesem Falle die gefäß- und zellenartigen Elemente, woraus sie besteht, gleich unten an dem Fache getheilt haben, um die der Wand folgenden Mutterkuchen zu bilden.

§. 528. Wir haben (§. 508) gesagt, daß das regelmäßige Aufspringen gewöhnlich in der Mitte der Nähte stattfinde, welche von zwei verwachsenen Büscheln gebildet sind, die sich zur Zeit der Reife trennen, bisweilen ist aber das Verwachsen dieser Büschel unter sich stärker, als mit dem übrigen Theile der Rinde, an welchen man das vorgehen sieht, was man oft an den Stoffen zu unseren Kleidungsstücken wahrnimmt, welche eher neben der Naht der Länge nach zerreißen, als daß sie in der Naht aufgehen. Ebenso kann das Perikarp auf den beiden Seiten der mutterkuchentragenden Naht zerreißen, welche alsdann einen mehr oder minder dicken Streifen mit Samenkörnern bildet: der Name Replum wird von einigen zu ihrer Bezeichnung angewandt. Ob man gleich einige Beispiele von diesem Aufspringen in Kapseln mit achsenständiger Mutterkuchenstellung hat, so bemerkt man sie doch gewöhnlicher bei denen mit wandständiger Mutterkuchenstellung. So sieht man, wie sich bei den Früchten der Orchideen (Fig. 425), wo die Samenkörner an den Wänden in drei der Länge nach fortlaufenden Reihen geordnet sind, zur Zeit der Reife das Perikarp in sechs Theile theilt: drei breitere und dünnere Segmente v, die sich in ihrem ganzen Umfange losmachen und klappenförmig abfallen; drei kleine, dickere und geradere Bögen p, die mit diesen Klappen abwechseln und beständig unten und oben verwachsen bleiben und auf diese Weise ein durchsichtiges Perikarp bilden.



425. 426.

Man sieht diese drei Bögen inwendig ganz mit kleinen Körnern bedeckt und sie entsprechen den mutterkuchentragenden Nähten.

Die so gewöhnlich unter dem Namen Schote bekannte Frucht (siliqua) ist eine der vorhergehenden ähnliche Kapsel, außer daß sie bloß zwei Mutterkuchenlinien anstatt drei zeigt, so daß sich zur Zeit der Reife die beiden Klappen v losgemacht haben, das Replum r in Gestalt eines mehr oder minder verlängerten Rahmens bleibt, der auf seinem inneren Umfange ganz mit Samenkörnern besetzt ist. Gewöhnlich fällt eine dünne Platte des Innern des Rahmens aus und bildet auf diese Weise eine häutige Scheidewand, welche in zwei Fächer die Höhlung der Frucht gegen den Gebrauch eintheilt, nach welchem die Scheidewände an den Mutterkuchen stehen bleiben, und daß demnach die wandständige Mutterkuchenstellung die Einheit des Faches zur Folge hat. Die Schoten sind oft schmal und sehr verlängert; wenn ihre Länge ihre Breite nicht um Vieles übertrifft, so bezeichnet man sie durch das Diminutiv Schötchen (silicula). Man kann alle Modifikationen derselben an den verschiedenen Pflanzen aus der größeren Familie der Cruciferen beobachten.

§. 529. In dem gewöhnlichsten Falle, wo das Aufspringen durch das Aufgehen der Scheidewände oder der Nähte vor sich geht, kann es von beiden zugleich geschehen; es ist zu gleicher Zeit wandspaltig und fachspaltig. Man nehme die Kapseln von der kleinen Art Flachs, die auf unseren Grasplätzen so häufig vorkommt (Linum catharticum), und man wird sehen, wie sich die Rückennähte zuerst trennen und jedes Fach sich in der Mitte öffnet, so daß das Aufspringen als fachspaltig beschrieben werden würde. Aber etwas später spalten sich auch die Scheidewände, bedingen dadurch die Trennung der Fächer in eben so viele abgesonderte Karpelle, und das Aufspringen wird alsdann wandspaltig.

Kern, welche den Scheidewänden entsprechen und eben so viele eingehende Winkel absondern, welche den Fächern entsprechen und die Samenkörner g tragen.

423. Kapsel der Swietenia mahogoni, welche sich von unten nach oben öffnet — Gleiche Bedeutung in Beziehung auf die Buchstaben

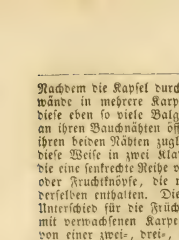
424. Kapsel des Ricinus communis im Augenblicke des Aufspringens. Die drei Karpelle cc haben sich von der Achse a entfernt, die sie anfänglich vereinigte (Fig. 409) und welche in Gestalt einer kleinen aufrechtstehenden Säule bleibt. Diese Karpelle fangen an, sich an ihrer Rückennaht sd zu öffnen.

425. Kapsel einer Orchis maculata zur Zeit des Aufspringens: — c Ueberrest des Kelchsaumes, welcher die Frucht bekrönt; — v v Abschnitte des Perikarps, die sich klappenartig ablösen; — p p Abschnitte, welche bleiben und die Samenkörner tragen

426. Schote des Cheiranthus cheiri: — v v Klappen; — r Replum; — g Samenkörner.

Nachdem die Kapsel durch das Spalten der Scheidewände in mehrere Karpelle getrennt ist, so bilden diese eben so viele Balgkapseln, wenn sie sich bloß an ihren Bauchnähten öffnen; öffnen sie sich aber an ihren beiden Nähten zugleich, und theilen sie sich auf diese Weise in zwei Klappen, so bilden sie Hülsen, die eine senkrechte Reihe von Samenkörnern enthalten, oder Fruchtknöpfe, die nur eine sehr kleine Anzahl derselben enthalten. Dieses letztere Wort wird ohne Unterschied für die Früchte mit freien (§. 517) und mit verwachsenen Karpellen gebraucht: man spricht von einer zwei-, drei-, vielknöpfigen Kapsel.

§. 530. **Früchte mit Blütenkarpellen** (f. anthocarpi). — Die Frucht kann außer ihrer Hülle, welche das Perikarp bildet, überdies noch accessorische zeigen, welche von einem anderen Theile der Blüte als dem Eierstocke geliefert werden. Wir haben zwar



427. 428.

bereits in vielen Fällen gesehen, daß der Kelch mit der Frucht verwachsen war; aber er war gleich von Anfang mit dem Eierstocke verwachsen und zum Theile mit ihm verschmolzen. Ganz anders verhält es sich mit den Früchten, von denen wir sprechen. Es ist ein ursprünglich von dem Eierstocke unabhängiger Quirl, gewöhnlich ein freier Kelch oder eine Hülle, welche, indem sie um denselben herum bleibt, sich verdickt oder sich nach Art eines Perikarps verhärtet und für diesen endlich eine zweite äußere Hülle bildet. Man kann sie trocken sehen, wie sie eine wahre Achäne in der Frucht der Mirabilis jalapa bildet (Fig. 427), fleischig in der Hippophae, dem Eibenbaume (Fig. 428) ꝛc.

§. 531. **Gehäufte Früchte.** — Die Frucht war in allen Modifikationen, die wir bisher untersucht haben, das Produkt des Pistills einer und derselben Blüte. Es gibt jedoch einige, welche, obgleich sie einen einzigen Körper bilden, aus mehreren verschiedenen Blüten hervorkommen; so sieht man in den verschiedenen Geisblattarten, wie zwei Blüten aus demselben Punkte hervorkommen und wie ihre so genäherten Eierstöcke verwachsen, so daß man endlich eine Frucht bekommt, die aus zweien besteht. Wenn in gewissen Blumenköpfen oder gewissen Aehren die Blüten sehr nahe bei einander stehen, so werden die auf sie folgenden Früchte keinen augenscheinlichen Unterschied mit denen zeigen, welche aus einer einzigen Blüte hervorkommen, deren Karpelle eine in Dicke oder in Länge entwickeltere Achse bedecken würden. So scheinen bei dem ersten Anblicke die Früchte des Maulbeerbaumes und die des Brombeer- oder des Himbeerstrauchs von gleicher Natur zu sein und sogar die kleinen saftigen Karpelle der Maulbeere, die an ihrer Grundfläche in eine einzige Masse verwachsen sind, würden nicht so unabhängig unter sich erscheinen, als die ganz deutlich getrennten Früchte der Himbeere: und doch ist diese das befruchtete Pistill einer einzigen Blüte; die Maulbeere das Verwachsen der Pistille einer ganzen Aehre von Blüten. Auch findet man an der Grundfläche der ersteren einen Kelch, den man vergeblich bei der zweiten suchen würde, wo die zahlreichen Kelche sich verdickt haben und mit dem unteren Theile der Perikarpe verwachsen sind. Die Ananas (Fig. 429), stellt die Maulbeere im Großen vor, und die Frucht des Brodbaumes noch weit mehr. In allen diesen sind es Aehren mit gedrängten Blüten, deren Pistille unter sich verwachsen sind. Und die Kelche, die Deckblätter, sogar die Achse, welche von denselben Säften strotzen, tragen dazu bei, diese Masse, in welche sie verschmolzen sind, zu vergrößern; die Feige zeigt etwas Aehnliches, jedoch mit diesem Unterschiede, daß sich hier die verbreiterte Achse um den Haufen der kleinen Früchte krümmt und auf diese Weise die Hülle der allgemeinen Frucht bildet (§. 203, Fig. 190). Bei allen diesen Früchten sehen wir, wie sich das Perikarp durch das Verwachsen einiger accessorischen Theile bereichert und in diesen Beziehungen gehören sie zu den Früchten mit Blütenkarpellen.

429.

§. 532. Die Zapfenfrucht (Strobilus), die Frucht der Fichten, Tannen, Cedern u. s. w., welche den Namen der zapfentragenden der Familie der immergrünen Bäume gegeben hat, wovon diese einen Theil ausmachen, entspringt aus einer ähnlichen Anhäufung. Sie ist eine wahre, mehr oder minder verlängerte Aehre, und mit mehr oder weniger dicken

427. 428.

zu ihrer vollkommenen Reife übergeht. Bei dieser Untersuchung müssen wir die Perikarpe einzeln kennen lernen, welche bis an's Ende ihre blattartige Consistenz behalten, und diejenige, welche sie verlieren, indem sie fleischig werden.

Die Analogie der ersten mit den Blättern zeigt sich in ihrer Ernährung eben so gut, wie in ihren äußeren Kennzeichen, sie nehmen, wie die Blätter (§. 282, 283), obgleich in einem schwächeren Grade unter der Einwirkung des Lichts aus der umgebenden Luft Kohlensäure in sich und machen Sauerstoff frei; bei Nacht nehmen sie Sauerstoff auf, und machen Kohlensäure frei. Ihr Leben durchläuft die nämlichen Phasen; ihre anfangs weichen und saftreichen Gewebe werden stufenweise fest, und wenn sie eine gewisse Periode erreicht haben, so fangen sie an zu vertrocknen, die grüne Farbe zu verlieren, um eine andere anzunehmen, sei es nun eine braungelbe oder verschiedene andere Färbungen, welche denjenigen ähnlich sind, welche gewisse Blätter im Herbste annehmen, und das verwelkte Perikarp bleibt an dem Baume befestigt oder fällt durch Entgliederung von demselben ab. Es ist wirklich eine Erscheinung der Entgliederung, welche an den Nähten der in Scheidewände verwachsenen Karpellflächen, der in Nadeln verwachsenen Gefäße statifindet, und welche das Aufspringen bedingt. In einigen dickeren und nicht aufspringenden Perikarpen führt die Reife Erscheinungen herbei, welche mehr mit denen verglichen werden können, die wir an der Rinde beobachten; ihre äußeren Schichten machen sich los, indem sie sich auf eine unregelmäßige Weise durch eine Art Entrindung spalten.

§. 534. In dem Leben der fleischigen Perikarpen unterscheidet man zwei Phasen: die erste, wo sie sich wie die meisten vorhergehenden verhalten, grün gefärbt sind, Sauerstoff bei Tag und Kohlensäure bei Nacht entwickeln. Die zweite, wo sie aufhören, Sauerstoff zu entwickeln, dies ist die Zeit der Reife, und die, welche derselben nahe ist. Durch eine große Zellenentwicklung wächst die Frucht, die Gefäßbüschel vervielfältigen sich wenig oder gar nicht, oder wenn sie es thun, so erlangt das faserige Fleisch die Qualität nicht, die man an demselben sucht. Das Wasser, welches mit dem Safte kommt, steht in Beziehung auf den Umfang der Frucht in einem um so größeren Verhältnisse je unvollkommener die Reife ist, obgleich die Verdunstung stufenweise abnimmt; dies rührt daher, daß ein Theil dieses Wassers durch seine Verbindung mit anderen Grundstoffen gebunden wird. Bleibt es in dem wässerigen Zustande und fährt es fort in großer Menge anzukommen, so wird die Frucht zwar weit größer, sie erlangt aber weit weniger Geschmack, wie man dies in sehr feuchten Sommern oder an jungen Bäumen, oder an denen bemerkt, die in einem zu stark bewässerten Boden wachsen. Die Menge des Holzstoffes vermindert sich auch in Beziehung auf das Volumen gegen die Reife hin, die des Zuckers hingegen vermehrt sich stufenweise. Außer dem Wasser, dem Holzstoff und dem Zucker, findet man in dem Fleische Gummi, Apfel-, Citronen-, Weinsteinsäure (diese letztere immer und die anderen bisweilen mit unorganischen Stoffen, z. B. Kalk, und sogar Kali verbunden), vegetabilisches Eiweiß, und endlich eine aromatische Substanz, welche jeder Frucht eigenthümlich ist. Dies sind die Elemente, die man in den meisten der unseren antrifft, die, auf welche sich natürlicherweise das Studium gerichtet hat, welche aber nach den verschiedenen Früchten auf mannigfaltige Weise gemischt und in mannigfaltigen Dosen vertheilt sind.

§. 535. Der Holzstoff, der sich bisweilen in einem so merkwürdigen Grade in den Zellen des Endokarps anhäuft, zeigt sich auch sehr entwickelt in dem Fruchtfleische gewisser Früchte, z. B. der Birnen, und namentlich gewisser Varietäten, wo Jedermann schon bemerkt haben wird, daß das Fleisch mit kleinen harten und gleichsam steinigen Körnungen ganz angefüllt ist. Es sind eben so viele mit Holzstoff inkrustirte Zellen, die in kleinen Haufen mitten unter den andern, mit mehr oder weniger flüssigen Säften angefüllten Zellen zerstreut sind. Wir haben aber gesehen, wie der Holzstoff, welcher gewöhnlich in jungen Früchten im Ueberflusse vorhanden ist, an Menge nach und nach abnimmt; dies rührt daher, weil er aufhört neuen zu bilden, obgleich das Fleisch zu wachsen fortfährt, und ohne Zweifel auch daher, daß ein Theil davon seine Natur verändert. Wenn man sich erinnert, daß das Stärkemehl, mit einem oder drei Atomen Wasser verbunden, Zucker wird (§. 300), daß, mit einem kleinen Zusatze von Kohlenstoff und Wasserstoff, es Holzstoff wird (§. 303), so wird man leicht begreifen, wie dieser letztere in den Zustand des Zuckers übergeben kann. Das Gummi, welches die Zusammensetzung des Stärkemehls hat, kann sich noch leichter dieser Verwandlung unterwerfen. Wir müssen bedenken, daß durch ähnliche Veränderungen eines Theiles dieser Grundstoffe, die Frucht so reich an Zucker wird; denn derjenige, den sie enthält, kann ihr nicht mit dem Safte zukommen, weil eine Frucht, die vom Baume abgenommen ist, und demnach keinen Saft mehr erhält, zu reifen und zuckrig zu werden fortfährt, und sogar durch diese Trennung noch mehr gewinnt.

Nun zeigt die Chemie, daß diese Verwandlungen unter dem Einflusse der Säuren vor sich gehen, und wir haben mehr oder weniger reichliche Säuren in der Frucht angetroffen, daß diese Wirkung durch den Einfluß der Wärme unterstützt wird, und man weiß, daß die Wärme die Zeitigung außerordentlich beschleunigt, wie es das ganze Verfahren der Gärtner, und besonders die Anwendung der Spaliere beweist. Diese Wirkung wird sogar nach dem Leben fortgesetzt, weil die Früchte beim Kochen zuckerhaltiger werden. Die Säuren scheinen also zu dem Geschmacke der Frucht, auf zwei verschiedene Weisen beizutragen: mittelbar, indem sie in derselben die Bildung zuckerhaltiger Stoffe begünstigen, unmittelbar, indem sie sich mit diesen in einem gewissen Verhältnisse vermischen, einem Verhältnisse, welches übrigens stufenweise durch den Zufluß alkalinischer Stoffe geschwächt wird, welche zur Zeit der Reife sie zum Theile neutralisiren. Man kann als Beispiel die Traube anführen: je mehr sie reift, reißt die Weinsteinsäure, welche in derselben enthalten ist, das Kali aus den Verbindungen, mit welchen es in die Frucht gelangt, und die zunehmende Bildung des weinsteinsauren Kali fällt mit der Verminderung der Säure zusammen, welche endlich fast ganz verschwindet. Die purgirenden Eigenschaften gewisser Früchte müssen der Gegenwart dieser vegetabilisch-mineralischen Salze zugeschrieben werden, die sich in ihrem Gewebe anhäufen.

Die Veränderungen, welche wir während der Reife, in den Verhältnissen der Frucht zu der Atmosphäre haben eintreten sehen, und welche in einem stufenweisen Verluste von Kohlenstoff und einem Gewinn von Sauerstoff, mit dem Mangel der Ausdünstung des Wassers, welches in dem Perikarp stehen bleibt, und an den neuen Verbindungen, von denen jenes der Sitz ist, Theil nehmen kann, bestehen, scheinen mit denjenigen übereinzustimmen, welche wir in dem Inneren der Gewebe angegeben haben.

§. 536. Es gibt einen Grundstoff, von dem wir noch nicht gesprochen haben, welcher jedoch eine wichtige Rolle in mehreren Akten der Zeitigung zu spielen scheint; es ist der, welcher die Pflanzengallerte bildet, nämlich: die Pectinsäure. Fremy, welcher ihn besonders studirte, macht die Bemerkung, daß es in der noch grünen Frucht, in welcher die Lebenserscheinungen die ganze Thätigkeit, und demnach die ganze

Beweglichkeit der Jugend haben, es sehr schwer ist, die genaue Zusammensetzung der breiartigen Materie anzugeben, die sich, ohne sich zu binden, unaufhörlich modificirt. Wenn man diese Materie absondert, und sie mit Säuren behandelt, so erhält man eine im Wasser lösliche Substanz (welches sie vorher nicht auflöste), die aus 24 Atomen Kohlenstoff, 34 Wasserstoff, 22 Sauerstoff, nebst einem Atome Wasser besteht. Dies ist das Pectin, diese gummichtgallertartige Materie, welche gewisse Früchte, wie Birnen, Aepfel, Johannisbeeren, Himbeeren u. s. w. in großer Menge enthalten. Dieses Pectin ändert in Verbindung mit dem Eiweiße seine Merkmale, ohne seine Zusammensetzung zu ändern, und wird zur Pectinsäure, die unlöslich in dem Wasser ist, aber die Fähigkeit besitzt, es einzusaugen und sich in eine Gallerte zu verwandeln.

Es ist ein mit dem Pectin isomerischer Körper, von dem es sich nur durch den Zusatz von einem Atome Wasser unterscheidet (2 anstatt 1); man begreift leicht, daß diese Umwandlungen von selbst in der Frucht vorgehen; daß die breiartige Materie unter der Einwirkung der Säuren, welche sich in derselben entwickeln, Pectin werden; daß Pectin Pectinsäure, unter dem Einflusse des Eiweißes, welches sich gleichfalls daselbst befindet. Das Verfahren, Pflanzengallerte zu verfertigen, stimmt ganz mit diesen verschiedenen Begriffen überein.

§. 537. Das reichliche Vorkommen des Stärkemehls in den Früchten rührt vorzüglich von seiner starken Entwicklung in den Samenkörnern her. Wenn man aber von diesen das Perikarp absondert, so verschwindet das Stärkemehl, oder es zeigt sich wenigstens weit seltener in denselben. Man findet es indessen in sehr großer Menge in der Banane, und vorzüglich in der Frucht des Brodbaums, besonders aber in denjenigen Varietäten, wo sich das Fleisch auf Kosten der Samenkörner entwickelt, welche fehlschlagen.

§. 538. In einer kleinen Anzahl von Früchten enthält das Perikarp eine große Menge fetten Oeles. Es ist überflüssig, die Olive als Beispiel anzuführen. In dem Innern der Zellen bildet sich dieses Oel. Auch in Zellen bilden sich die flüchtigen Oele, die weit häufiger in den Perikarpen vorkommen, in den Perikarpen solcher Pflanzen, wo auch die Blätter sie enthalten. In beiden aber (§. 251) sondert sich dieses Oel in Zellen von einer besondern Gestalt, die auf mannigfaltige Weise gruppirt sind, in blasenartigen Drüsen ab, und häuft sich daselbst an; man kann in dieser Beziehung die Perikarpe des Pomeranzenbaums, der Raute u. s. w. mit ihren Blättern vergleichen. Man bemerkt, daß an diesen Früchten das Perikarp sehr wenig fleischig und sogar blattartig ist.

§. 539. Welches ist die bestimmte Epoche der Reife des Perikarps? Was dasjenige anbetrifft, welches blattartig oder aufspringend ist, so ist diese Epoche ganz deutlich durch diejenige bestimmt, welche dem Aufspringen unmittelbar vorangeht. Was aber das fleischige Perikarp betrifft, so ist diese Bestimmung weit ungewisser, da jeder Tag neue Veränderungen in der Zusammensetzung der Frucht mit sich führt, und es sich nicht an einen gewissen Zustand des Gleichgewichts bindet, wo die bewirkten Verbindungen sich ohne irgend eine Veränderung einige Zeit lang erhalten. In dem gewöhnlichen Leben, und in Beziehung auf die Früchte, welche man ißt, ist man übereingekommen, Reife die Zeit zu nennen, wo die Verbindung der verschiedenen zuckerhaltigen, sauren und anderer Grundstoffe so beschaffen ist, daß daraus der angenehmste Grad von Schmackhaftigkeit entsteht, und daß von diesem Punkte an sie sich nur verschlimmert. Nun entspricht in den verschiedenen Früchten dieses Maximum augenscheinlich nicht dem nämlichen Grade, weil man, wenn man den letzigen Zustand annimmt, z. B. den einer weichen Birne, deutlich sieht, daß diese Birne noch eßbar ist, obgleich sie den größten Theil ihrer Qualitäten verloren hat; daß ein Apfel, der sich in dem nämlichen Grade befindet, im Zustande der Fäulniß ist; daß eine Mispel dagegen als eßbare Frucht sich in ihrem vollkommenen Grade befindet.

§. 540. Wie dem nun auch sei, so geht in den Früchten das vor, was wir in den andern Geweben, die einmal von dem Leben aufgegeben sind (§. 508), gezeigt haben, eine mehr oder weniger langsame Verbrennung, welche aus der Verbindung des Sauerstoffes der Luft, mit dem Kohlenstoffe der Pflanze entspringt, in denselben eine Entwicklung von Kohlensäure, und bisweilen von andern gekohlten Gasen und von Wasser, den Phänomenen der Gährung, oder der Fäulniß, herbeiführt. Das Perikarp wird auf diese Weise erweicht und löst sich auf, und das Samenkorn, das, weit entfernt, an dieser Zersetzungs-Bewegung Theil zu nehmen, ist mitten in dieser Atmosphäre von Kohlensäure und Wasser gewechselt, findet sich endlich frei und losgemacht von den Hüllen, welche dasselbe in der Frucht gefangen hielten.

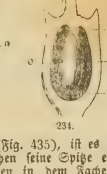
Eichen und Samenkorn.

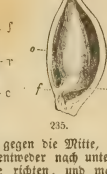
§. 541. Als wir uns mit dem Eierstocke beschäftigten, hatten wir schon vielfache Gelegenheit, von den Körpern zu sprechen, die in seiner Höhlung enthalten sind, und welche den Namen Eichen (ovula), wegen ihrer Aehnlichkeit mit den Eiern der Thiere führen, weil sie sich, wie diese, bis auf einen gewissen Punkt mit der Mutterpflanze verbunden, entwickeln, sich sodann von derselben losmachen, und sich zu einer Pflanze ausbilden, welche denenjenigen ähnlich ist, aus welcher sie entstanden sind. Wir haben gesehen, daß sie sich an gewissen Punkten der Wände der Höhlung, oder des Faches des Eierstockes befinden, und daß man an diesen Punkten, eine besondere Modifikation des Gewebes der Wände bemerkt, so daß die Nahrung von der Grundfläche des Eierstocks bis in das Innere des Eichens gebracht wird. Dieses Ernährungssystem besteht gewöhnlich aus einem kleinen Büschel von Luftgefäßen, der von gestreckten Zellen umgeben ist; das Ganze umgeben gewöhnlich kürzere Zellen, die auch dem übrigen Theile des Parenchyms der Einwände ähnlicher sind. Daraus entsteht eine mehr oder weniger starke Wölbung, welche Mutterkuchen (placenta) heißt, wenn sie einem einzigen Eichen entspricht; placentarium, wenn sie einem Ganzen aus mehreren Eichen entspricht. Bald kommt das Eichen unmittelbar aus dem Mutterkuchen hervor, es ist sitzend; bald verbindet sich das eine mit dem andern durch eine gewöhnlich verengte Verlängerung, welche den nämlichen Bau hat, und Strang (funiculus) genannt wird, der mehr oder weniger ausgedehnte Punkt, durch welchen der Strang aus dem Eichen verwächst, hat den Namen Nabel (hilum) erhalten; wir werden bald mehrere andere äußere Punkte auf seiner Oberfläche in Beziehung auf seine inneren Theile unterscheiden lernen, und es ist von Wichtigkeit, sie gut zu merken.

§. 542. Man muß zuerst die Stellung der Eichen, in Beziehung auf das Fach, das sie enthält, bestimmen. Wir wollen mit dem einfachsten Falle anfangen, nämlich dem, wo es nur ein einziges enthält, eineiiges Fach, und dem Eichen seine gewöhnlichste Gestalt, die eines mehr oder minder verlängerten Eies geben, das an einem ziemlich kurzen Nabelstrange befestigt ist, welcher beinahe die nämliche Richtung, wie dasselbe haben kann. Der Mutterkuchen kann an der Grundfläche des Faches selbst

liegen, und der Nabelstrang, so wie das Eichen können sich beinahe senkrecht aufrichten (Fig. 433), man nennt es alsdann aufrecht (erectum), es kann im Gegentheile an der Spitze des Faches liegen, von welcher in dem Inneren der Nabelstrang mit seinen Eichen herabhängt, und man nennt ihn alsdann umgekehrt (inversum, Fig. 434), am gewöhnlichsten befindet sich der Mutterkuchen, wie wir schon gesagt haben, an der Seite des Faches und entspricht seiner Rückennaht, häufiger aber noch der Bauchnaht; ist es gegen oben, so heißt das Eichen hängend (appensum. Fig. 436, pendulum), ist es nach unten, so heißt das Eichen aufsteigend

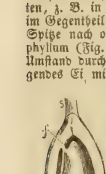
233.

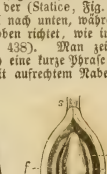

234.

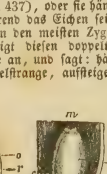

235.

(ascendens, (Fig. 435), ist es gegen die Mitte, so kann das Eichen seine Spitze entweder nach unten, oder nach oben in dem Fache richten, und man gibt ihm nach diesen Fällen die beiden vorhergehenden Beiwörter. In einigen Fällen nimmt es eine, fast horizontale Richtung an, und man bezeichnet sie durch dieses Beiwort.

§. 543. Bisweilen, obgleich sehr selten, nimmt die sehr verlängerte Nabelschnur eine ganz umgekehrte Richtung von der des Eichens an; sie erhebt sich senkrecht von unten nach oben, und das an seinem Endpunkte befestigte Eichen fällt von oben nach unten, z. B. in der (Statice, Fig. 437), oder sie hängt im Gegentheil nach unten, während das Eichen seine Spitze nach oben richtet, wie in den meisten Zygophyllum (Fig. 438). Man zeigt diesen doppelten Umstand durch eine kurze Phrase an, und sagt: hängendes Ei mit aufrechtem Nabelstrange, aufsteigen-


436.


437.


438.

433—436. Karpelle, die zu verschiedenen Blüten gehören und in ihrer Länge geschnitten sind, um die verschiedenen Richtungen des einzigen Eichens zu zeigen, das sich in denselben befindet: — f Nabelstrang; — r Naht; — o Nabelfleck; — s Grundfläche des Griffels

433. Karpell vom Kreuzkraut mit aufrechtem, gegenläufigem Eichen.

434. — — Hippuris vulgaris mit umgekehrtem gegenläufigem Eichen.

435. — — der Parietaria officinalis mit aufsteigendem, gerad läufigem Eichen

436. Karpell von Daphne mezereum mit hängendem, gegenläufigem Eichen.

437—438. Karpelle, deren einzelnes Eichen eine umgekehrte Richtung mit dem Fierstecke hat. Gleiche Bedeutung der Buchstaben wie in den vorhergehenden Figuren.

437. Karpell von Statice armeria, mit hängendem Eichen an dem Ende eines äußersten Nabelstrangs.

438. Karpell des Zygophyllum album mit aufsteigendem Eichen an dem Ende eines hängenden Nabelstrangs; der Nabel ist mit dem Nabelfleck verschwolzen c; das Keimlock m befindet sich an dem entgegengesetzten Ende.

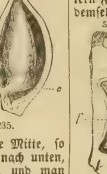
des Eichen, mit hängendem Nabelstrange (ovulum funiculo erecto appensum, e pendulo ascendens).

§. 544. Es kann einige Verwirrung stattfinden, wenn das Eichen, anstatt gerade zu sein, sich um sich selbst krümmt; ist diese Krümmung nicht stark, so nimmt man keine Rücksicht auf dieselbe, und man bezeichnet die Richtung des Eichens, wie wenn es gerade wäre. Ist sie sehr stark, so daß sich die beiden Endpunkte des Eichens einander sehr nähern, und nach dem nämlichen Punkte des Faches hinsehen (Fig. 439), so zeigt man diese Bildung dadurch an, daß man das Beiwort krummwendig oder krummläufig beisetzt (campylitropus von καμπυλος, gekrümmt, τροπος, Gestalt).

§. 542 (bis). Nehmen wir jetzt einen etwas complicirtern Fall, nämlich den, wo zwei Eichen in einem und demselben Fache sind (zweieitiges Fach); sie können,

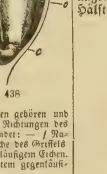
439.

440.


441.

indem sie sich neben einander einfügen, die nämliche Richtung haben, und man nennt sie alsdann nebenständig (collateralia, Fig. 440); oder seltener eine umgekehrte Richtung einschlagend, so daß das eine hängend und das andere aufsteigend ist, wie in gewissen Spiræa, in der Roßkastanie (Fig. 441); sie können sich auch in ungleichen Höhen einfügen, so daß sie sich über einander stellen, obenstehende Eichen (ovula superposita), und in diesem Falle folgen sie gewöhnlich der nämlichen Richtung.

Die nämlichen Regeln beobachtet man, wenn in jedem Fache drei Eichen sind, die sich entweder in ungleichen Höhen oder in derselben Höhe anhängen. In diesem letztern Falle nehmen sie gewöhnlich verschiedene Richtungen an: das eine nach oben, das andere nach unten, das dritte zwischen beiden; das erste aufsteigend, das zweite hängend, das dritte horizontal. Dies ist ein Resultat, das nothwendig aus dem Felde fließen muß, das ihrer Entwicklung angewiesen ist, wenn sich der Mutterkuchen gegen die Hälfte der Höhe des Faches hin befindet.


442.

443.

439. Karpell von Menispermum canadense mit gekrümmtem oder krummläufigem Eichen.

440. Karpell von Nuttallia cerasoides mit zwei seitenständigen, hängenden Eichen. — Gleiche Bedeutung der Buchstaben.

441. Eierstockfach des Aesculus hybrida, geöffnet, um die beiden Eichen auf gleicher Höhe, aber von umgekehrter Richtung zu zeigen; — m Keimlock, das ihre Spitze anzeigt; — gleiche Bedeutung der Buchstaben.

442. Fach des Eierstocks des Peganum harmala mit zahlreichen Eichen, die in einem vorspringenden Mutterkuchen p eingefügt sind und sich nach mehreren verschiedenen Richtungen hin erstrecken.

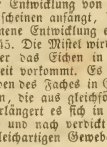
443. Karpell der Ononis rotundifolia mit mehreren über einander liegenden und krummläufigen Eichen.

§. 543 (bis). Die Richtung der Eichen wird um so weniger constant, als man eine größere Anzahl in dem nämlichen Fache antrifft (vielzig), und jemehr auf einen kleinern Raum eingefügt sind; denn es ist klar, daß sie sich wie in in dem vorhergehenden Falle, und aus stärkern Gründen nach dem Raume entwickeln müssen, der ihnen angeboten ist, d. h. die untern von oben nach unten, die obern von unten nach oben, die mittlern in den dazwischenliegenden Richtungen (Fig. 442). Da sie an einander gedrängt sind und sich gegenseitig in ihrer Entwicklung beengen, so werden sie oft eckig, und die polyedrische Gestalt tritt an die Stelle der eiförmigen, wenn aber das Fach verlängert ist und die Eichen über einander liegen, wie z. B. in den Leguminosen oder Cruciferen (Fig. 443), so werden sie sich nicht gegenseitig beengen und alle eine ganz gleiche Richtung annehmen.

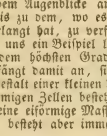
§. 544 (bis). In allen diesen Fällen bedient man sich der weiter oben angegebenen Ausdrücke, um diese Richtungen zu bezeichnen, welche, wie man sieht, großentheils von der Gestalt des Faches und der Lage der Mutterfuchen abhängen. Die Stelle des Nabels, entweder nach oben oder nach unten des Eichens, bestimmt seinen aufsteigenden oder hängenden Zustand.

Auf diese Weise haben wir aber nur die Lage des Eichens, in Beziehung auf das Fach, welches dasselbe enthält, kennen gelernt, und es können sich einige Schwierigkeiten zeigen, wenn sich z. B. der Nabel gegen die Mitte des Eichens hin befindet und nicht mehr auf einem von seinen beiden Endpunkten. Wir würden weit sicherer gehen, wenn wir in allen Fällen an constanten Merkmalen in dem Eichen eine Grundfläche und eine Spitze erkennen und durch die Bestimmung dieser beiden Punkte zu der Bestimmung seiner unbedingten Richtung gelangen könnten. Nun kann uns die Beobachtung diese Punkte verschaffen, wir werden sie dadurch kennen lernen, daß wir den Bau des Eichens gründlicher studiren, das wir bisher ganz im Allgemeinen, in Beziehung auf andere Theile und nicht in denen selbst, woraus dasselbe besteht, betrachtet haben. Die beste Weise, um in diesem Studium zu verfahren, besteht darin, dasselbe in seiner Entwicklung von dem Augenblicke an, wo es zu erscheinen anfangt, bis zu dem, wo es seine vollkommene Entwicklung erlangt hat, zu verfolgen.

§. 545. Die Mittel wird uns ein Beispiel liefern, in welcher das Eichen in dem höchsten Grade von Einfachheit vorkommt. Es fängt damit an, sich auf dem Boden des Faches in Gestalt einer kleinen Warze zu zeigen, die aus gleichförmigen Zellen besteht, sodann verlängert es sich in eine eiförmige Masse, die sich nach und nach verdickt, besteht aber immer aus einem gleichartigen Gewebe.



444.

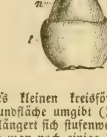


445.

Zu einer gewissen Zeit höhlt sich diese Masse gegen ihren Mittelpunkt hin aus, und man sieht sodann, nachdem die Befruchtung bewerkstelligt ist, gegen die Höhe dieser Höhlung hin einen neuen Körper hervorstechen, der an einem Faden schwebt, der aus der Verbindung mehrerer Zellen entstanden ist. Dieser Körper, dessen Formen sich immer mehr bestimmen, ist die Spitze der kleinen neuen Pflanze, der Embryo. Man hat den Namen Kern dem Ganzen der Zellenmasse gegeben, welche in diesen Fällen allein das Eichen bildet; Aufhänger hat man den kleinen Faden genannt, mit welchem der Embryo an seiner Spitze befestigt ist. Man kann Embryo-Höhlung diejenige nennen, welche der Kern in ihrem Mittelpunkte gemacht hat.

§. 546. Bei andern Pflanzen überzieht sich vor dem Erscheinen des Embryo die innere Höhlung mit einer gewöhnlich einfachen Haut, einer Art Sack, der sich von seinem Gipfel nach und nach bis nach unten erstreckt, an seinen beiden Enden mit dem umgebenden Zellgewebe aber nur locker oder kaum mit dem übrigen Theile seiner Oberfläche verwachsen ist. Dies ist das Keimfäckchen, bisweilen zerreißt seine Stetigkeit mit der Grundfläche des Kerns oder findet auch nur vermittelst einer Reihe von einigen an ihren Enden verwachsenen Nebenzellen Statt.

§. 547. Der gewöhnlichste Fall ist der: wo der Kern, anfatt nackt in dem Fache des Eierstocks zu liegen, sich mit einer äußern Hülle bekleidet. Diese zeigt sich später als dasselbe, unter dem Aussehen



446.

eines kleinen kreisförmigen Wulstes, welcher die Grundfläche umgibt (Fig. 446, 1 t): Dieser Wulst verlängert sich stufenweise in eine Scheide, über welcher man noch einige Zeit lang die Spitze des Kerns hervorragen sieht (Fig. 446, 2 t), welche ihn aber endlich vollständig, wie ein Sack, überzieht. Die obere Oeffnung dieses Sackes verengt sich in dem nämlichen Verhältnisse und reducirt sich endlich auf ein sehr kleines Loch, das immer der Spitze des Kerns entspricht und das man Keimloch (micropylum von μικρος, klein, und πυλη, Thor) genannt hat, alle diese Veränderungen können sehr leicht an dem Eichen des Nußbaums beobachtet werden.

§. 548. Noch gewöhnlicher aber bildet sich eine zweite Hülle, und alsdann steht man über dem ersten Wulste einen zweiten, welcher gleichfalls und zu gleicher Zeit mit dem ersten wächst, so daß der Kern, umgeben von zwei in einander steckenden Scheiden, zum Vorschein kommt, wovon die innere einige Zeit lang über die äußere hervorragt (Fig. 447, 3),

447.

441. Eichen der Mistel, ganz.

445. Das nämliche durchschnitten, um die Embryons-Höhlung e und den ganzen übrigen Theil der Masse n zu zeigen, der aus einem gleichförmigen Gewebe besteht und auf diese Weise einen Kern ohne Decken bildet.

446. Eichen der Juglans regia: — te einfache Decke; — n Kern; — 1 erstes Alter, wo die Decke nur die Grundfläche des Kerns bedeckt; — 2 zweites Alter, wo der Kern fast vollständig bedeckt ist.

447. Eichen des Polygonum cymosum von mehreren Altern: — n Kern; — te äußere Decke; — ti innere Decke; — rd Endostom. — 1. Erstes Alter, noch nackter Kern; — 2. zweites Alter, Kern, der an seiner Grundfläche von der äußeren noch einzigen Decke bedeckt ist; — 3. drittes Alter. Die beiden Decken bilden eine doppelte Scheide, an deren Gipfel man noch den Kern hervorragen sieht.

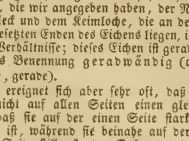
welche dem ungeachtet ihr bald gleichkommt, und sie ihrerseits überwächst. Wenn alle beide den Kern vollständig einhüllen, so bemerkt man noch über seiner Spitze ein Keimloch, welches in diesem Falle aus zwei Oeffnungen besteht; die eine (ex) entspricht der äußeren Decke, welche Mirbel den äußern Eimund (exostoma, von ἔξω, außen, und στόμα, Mund, Oeffnung) nannte, die andere (ed), welche der innern Decke entspricht, und die er innern Eimund nennt (endostoma, von ἔνδον, inwendig). Diese beiden Oeffnungen können sich genau entsprechen und auf diese Weise einen kleinen Kanal bilden, oder sie entsprechen sich nicht, wenn die eine der beiden Decken mehr oder weniger über die andere hervorragt.

§. 549. Das vollständige Eichen besteht demnach aus einem zelligen Kerne, der in dem Innern einer Höhlung liegt, welche das Keimlächen überzieht; er ist nach außen von zwei andern Säcken oder Decken umgeben, die eine, welche die äußere, die andere, welche die innere ist, welche mit ihm bloß an der Grundfläche verwachsen und an dem entgegengesetzten Ende halb offen sind. Ihr Gewebe ist zellig; man hat darauf aufmerksam gemacht, daß ihre Zellen oft in zwei Reihen der Dicke nach über einander liegen, und daß die der inneren Decke gewöhnlich vollkommen das nämliche Aussehen haben, wie die, welche nach Art einer Epidermis die äußere Schichte des Kerns bilden, woraus einige Schriftsteller den Schluß machten, daß diese Decke durch einen Umschlag von dieser gebildet sei.

§. 550. Diese verschiedenen Theile haben verschiedene Namen erhalten. R. Brown, welcher unter den Neuern zuerst diesen Bau vollständig aufgeklärt hat, nennt die Decken Samenschale (testa) und innere Haut; den Keimsack Amnios. Was Ad. Brongniart anbetrifft, so ist dieser Kern die Mandel, die von einer Samenschale (testa) und von einer Decke (tegmen) umgeben ist. Unter den Schriftstellern, welche ihnen vorangegangen sind, hatten einige das Eichen recht gut untersucht, weil man schon über seine Organisation sehr richtige Begriffe in den alten Schriften des Malpighi und des Grew antrifft; sie hatten aber immer die beiden äußern Hüllen in eine einzige verschmolzen. Mirbel, dem man die vollständigsten Arbeiten über die Geschichte der Entwicklung verdankt, welche vor ihm nicht betrieben worden war, schlägt vor, alle diese in einander gesteckten Säcke nach ihrer Ordnung des Uebereinanderlegens von außen nach innen primin, secundin, terzin, oder Kern quartin, quintin zu nennen. Diese letztere ist das Keimfächchen. Die quartin ist eine Schichte, die bisweilen zu einer späteren Zeit um das Säckchen herum gebildet wurde, und deren Dasein selten und vorübergehend zu sein scheint, so daß die meisten Schriftsteller sie außer Acht gelassen haben. Es sind noch andere Namen vorgeschlagen worden. Wir werden ferner hier diejenigen anwenden, deren wir uns in der vorhergehenden Darstellung bedient haben, nämlich die einfache oder doppelte Decke, äußere oder innere Decke, Kern und Keimfächchen.

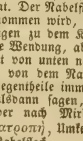
§. 551. In dem Eichen, wie wir es beschrieben haben, ist die Grundfläche, wodurch sich der Kern in die Mitte mit dem Mutterkuchen, nach außen mit einer eigenen Decke fortsetzt, inwendig von einem besondern Gewebe besetzt, das dichter ist und gewöhnlich eine dunklere Färbung hat als das übrige, welches oft aus verlängerten Zellen besteht, die parallel an einander gedrängt sind, und in welches bei seinem Entfalten der aus Fasern und Gefäßen bestehende Büschel ausläuft, der von dem Mutterkuchen herkommt und zu der Ernährung des Eichen bestimmt ist. Dieses Gewebe bildet eine deutlich begränzte Fläche, welcher man den Namen Nabelfleck gegeben hat. Es ist klar, daß sie hier dem Nabel entspricht, d. h. dem Punkte, wo der Büschel, der von den Wänden des Eierstocks herkommt, sich an denen des Eichens anhängt. Wenn sich dieses letztere in seinem ganzen Umfange gleichförmig entwickelt, so behalten alle diese Punkte, die wir angegeben haben, der Nabel mit dem Nabelfleck und dem Keimloche, die an den beiden entgegengesetzten Enden des Eichens liegen, ihre ursprünglichen Verhältnisse; dieses Eichen ist gerade, oder nach Mirbels Benennung geradwändig (orthotrop von ὀρθός, gerade).

Es ereignet sich aber sehr oft, daß die Entwicklung nicht auf allen Seiten einen gleichen Schritt hält, daß sie auf der einen Seite stark vor sich gegangen ist, während sie beinahe auf der entgegengesetzten Seite stille stand. Deßwegen dreht sich die Spitze des Eichens mit seinem Keimloche, das ursprünglich nach oben gekehrt war, auf die Seite (Fig. 448, 3, n), sodann etwas später nach außen, endlich sodann ganz



448.

nach unten (4, n), nachdem es auf diese Weise eine halbe Wendung gemacht hat. Der Nabelfleck, der eben so mit den Decken fortgenommen wird, die sich ausdehnen und ihre Beziehungen zu dem Keimloche behalten, macht eine ähnliche Wendung, aber in umgekehrter Richtung, und geht von unten nach oben, so daß er sich immer mehr von dem Nabel entfernt, dessen Keimloch sich im Gegentheile immer mehr genähert hat. Man kann alsdann sagen, das Eichen sei zurückgebogen, oder nach Mirbel gegenläufig (anatrop, von ἀναστροπή, Umkehrung). Der Gefäßbüschel, der in den Nabelfleck auslief, folgt ihm in seiner Wendung, indem er sich verlängert, und diese Verlängerung bildet in der Dicke der Decken (der äußeren, wenn es zwei sind) eine kleine Schnur oder Binde, die von dem Nabel kommt und sich in dem Nabelfleck endigt; man hat diese Schnur die Nabi, Samennabi genannt.



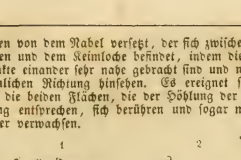
449.

§. 552. In andern Fällen krümmt sich das Eichen bei seiner Entwicklung oder schlägt sich um sich selber, und zwar so, daß seine obere Hälfte eine fast umgekehrte Richtung mit seiner untern annimmt, und daß sich seine organische Spitze oder sein Keimloch, wie in dem vorhergehenden Falle, dem Nabel nähert. In diesem zurückgekrümmten Eichen haben sich bald die beiden Seiten beinahe ganz gleich entwickelt (gekrümmtwendiges kamptotropisches Eichen, nach Schleiden (von καμπτός, was sich krümmt); bald hat sich die äußere Seite viel mehr als die innere entwickelt krummläufiges Eichen (Fig. 450), und in diesem Falle ist der Nabelfleck o etwas nach

448. Verschiedene Alter des **Cheldenium majus**: — *h* Nabel; — *e* Nabelfleck; — *f* Nabelstrang; — *r* Nabellinie; — *n* Kern; — *ti* innere Decke; — *te* äußere Decke; — *ed* Endostom; — *ex* Exostom. — 1. Erstes Alter, noch nackter Kern; — 2 zweites Alter, Kern, an seiner Grundfläche mit der inneren Haut bedeckt; — 3. drittes Alter. Die äußere Decke hat sich entwickelt und hat ihn an seiner unteren Grundfläche bedeckt. Das Eichen biegt sich in Folge der Entwicklung einer seiner Seiten zurück und dreht seine Spitze seitwärts; — 4 viertes Alter. Das Eichen hat sich vollständig zurückgebogen und kehrt seine Spitze abwärts.

449. Dasselbe seiner Länge nach gezeichnet, um das Verhältniß der verschiedenen Theile zu zeigen.

außen von dem Nabel versetzt, der sich zwischen demselben und dem Keimloche befindet, indem diese drei Punkte einander sehr nahe gebracht sind und nach der nämlichen Richtung hinsehen. Es ereignet sich oft, daß die beiden Flächen, die der Höhlung der Krümmung entsprechen, sich berühren und sogar mit einander verwachsen.



450.

§. 553. Die Höhlung des Eichens ist gekrümmt, wenn dieses gekrümmt ist; sie ist gerade, wenn dieses gerade oder rückwärts gebogen ist. Die Spitze des Kerns fährt gewöhnlich fort, dem Keimloche zu entsprechen, weil seine Entwicklung und die seiner Hüllen gleichen Schritt gehen. Werden aber diese beiden Entwicklungen ungleich, so konnte natürlicherweise dieses Entsprechen nicht mehr genau zutreffen, und dies findet bisweilen, obschon selten, aber erst nach bewerkstelligter Befruchtung Statt.

§. 554. Wir sehen, daß man, um auf eine unbedingte Weise die Richtung eines Eichen zu bestimmen, drei Punkte annehmen müsse: den Nabel, den Nabelfleck, den man als die organische Grundlage desselben ansehen kann, und das Keimloch, das man für seine Spitze halten darf. Die beiden ersten drücken sich gewöhnlich um so deutlicher aus, je mehr sich das Eichen entwickelt, hat; das letztere hingegen sucht sich immer mehr zu verwischen. Seine Lage, aus welcher wir die des Embryo sich ableiten sehen werden, ist darum eben so nothwendig nachzuweisen, und seine physiologische Rolle ist äußerst wichtig, weil durch diese Oeffnung die Pollenröhre, die durch das leitende Gewebe des Griffels bis in die Höhlung des Eierstocks gelangt ist, bis in das Eichen gelangen und sich in unmittelbare Verbindung mit dem Kern setzen kann.

§. 555. Bisweilen zeigt sich an den Wänden des Faches über dem Eichen eine kleine fleischige Wölbung, welche zu einer gewissen Zeit seine Spitze gewissermaßen baubenartig überzieht, und sich sogar mit einer kleinen Spitze in den Kanal des Keimloches hineindrängt, das ohne Zweifel mit der Befruchtungsachse verbunden ist. Dies ist der Ursprung gewisser Samenhängsel, die man später an einigen Samenkörnern bemerkt.

§. 556. In andern Fällen ist dieser Ursprung verschieden, und der Nabelstrang selbst schwillt auf diese Weise unmittelbar bei dem Samenkorne an und bewirkt dadurch eine kleine Hervorragung auf seiner Oberfläche. Diese Ausdehnung kann eine ganz andere Entwicklung annehmen, und indem sie sich über die Oberfläche des Eichens ausbreitet, dasselbe mehr oder weniger vollständig einhüllen, und auf diese Weise eine Samendecke oder einen Samenmantel (arillus) bilden. Diese hat, wie ich den vorhergehenden Fällen, mit einem Aufschwellen des Nabelstranges angefangen, das sich nach und nach in eine Art Käppchen (Fig. 451, a), sodann in einen Sack erweiterte, der mehr oder weniger locker, einen Theil oder das ganze Eichen umgab (2, 3, 4, a), der an seinem andern Ende mehr oder weniger weit offen

451.

ist und sich sogar endlich bisweilen, wie z. B. in der Nymphæa, vollständig schließt. Seine Entwicklung, die man sehr leicht an dem Pfaffenkäppchen (Fig. 451) sehen kann, ist also der Entwicklung der andern Decken ähnlich, sie unterscheidet sich aber nicht bloß dadurch leicht von denselben, daß sie sich erst später bildet, daß sie beständig aus dem Nabel hervorkommt, und demnach oft eine umgekehrte Richtung in Beziehung auf die andern annimmt, die aus dem Nabelflecke hervorkommen, sondern vielmehr durch ihre Consistenz und ihr ganzes Aussehen. Sie ist oft fleischig, mit mehr oder weniger glänzenden Farben bemalt, an ihrem Rande, z. B. in den Urania, gewissen Hedychium, zierlich gefranst, in der Muscatnuß, wo sie die sogenannte Muscatblüte bildet, durchbrochen, gestickt.

§. 556 (bis). Wir haben gesehen, daß die Röhren, welche von den Pollenkörnern gebildet wurden, und auf der Narbe anhalten, sich durch die Zwischenräume des leitenden Gewebes, das den Kanal des Griffels besetzt, verlängern und auf diese Weise bis in das Innere des Faches in die Nähe der Mutterkuchen gelangen, daß sie da den Eichen begegnen, welche ihnen die klaffende Oeffnung ihrer Keimlocher darbieten, daß sie sich in dieselbe hineinziehen und daß man, nachdem auf diese Weise die Verbindung zwischen dem äußersten Ende der Pollenröhre auf der einen Seite und der des Kerns auf der andern Seite begründet ist, bald an der Spitze der Höhlung, womit dieser versehen ist, einen neuen Körper, den Embryo, erscheinen sieht. Nun kann es sich ziemlich oft ereignen, daß diese Verbindung nicht stattfindet, daß Eichen keine Pollenröhre erhalten; alsdann bleiben diese in ihrer Entwicklung stehen und schlagen fehl, und darum sieht man auch oft, daß unter den Eichen eines und desselben Faches nur einige zur Reife kommen. Wenn sie zahlreich sind, so ist das Fehlschlagen eines Theiles derselben etwas Gewöhnliches; es ist sogar nicht einmal selten, daß alle, die sich in einem und demselben Fache befinden, der Befruchtung entgehen, und in diesem Falle sieht man, wie sich das Fach selber stufenweise abzehrt und mehr oder weniger vollständig verschwindet. Die andern Fächer und die befruchteten Eichen fahren dagegen fort, zu wachsen, und dies mit um so größerer Thätigkeit, als sie sich die Säfte zu Nutzen machen, welche diese Fächer und jene Eichen, welche unfruchtbar sind, verbraucht hätten.

§. 557. **Samenkorn.** — Wir wollen jetzt die aufeinanderfolgenden Veränderungen untersuchen, die man an diesen befruchteten Eichen wahrnimmt, welche gewöhnlich Samen (semen) heißen. Wir nehmen das Eichen so vollständig als möglich, d. h. einen Kern, der inwendig mit einem Keimsäckchen gefüttert, auswendig mit einer doppelten Decke überzogen ist. Bisweilen bleiben alle diese so in einander geschachtelten Decken und wachsen mit einander, die einen

450. Krummläufiges Eichen der Leykoje: — 1. ganz; — 2. nach der Länge durchschnitten. Gleiche Bezeichnung der Buchstaben wie in der vorhergehenden Figur.

451. Entwicklung der Samendecke a um das Eichen c des Pfaffenkäppchen (Evonymus europæus) in vier aufeinander folgenden Altern 1, 2, 3, 4. Im vierten ist die Samendecke der Länge nach geschnitten worden, um diese Beziehungen zu dem Eichen zu zeigen, das sie vollständig einhüllt.

mehr, die andern weniger, so daß man sie in dem reifen Samen wieder antrifft (Fig. 452). Häufiger verwischen sich die einen nach und nach und verschwinden endlich ganz, während die andern dagegen in mehreren ihrer Dimensionen sich auffallend entwickeln. Auf diese Weise verschmelzen in den meisten Fällen die beiden Decken in eine einzige, entweder weil sie innig mit einander verwachsen, oder weil die eine von den beiden, gewöhnlich die innere, sich verdünnt und abzieht. Es kommt auch ziemlich häufig vor, daß der Kern verschwindet, der durch das Keimfächchen und den neuen Körper, welcher daselbe durch seine beständige Vergrößerung ausfüllt, nach außen gedrängt wird. Auf diese Weise zurückgetrieben, kann sich der Kern bei seiner Verdünnung in Gestalt einer Haut ausdehnen; er kann sogar entweder durch sein Verwachsen mit den Decken, oder dadurch, daß er vollkommen eingesogen wird, zu einer gewissen Zeit nur schwache Spuren oder sogar gar keine von seinem früheren Dasein zurücklassen. Was das Keimfächchen anbetrifft, so bleibt es gewöhnlich, verändert aber dabei seine Natur; denn ein Zellennetz organisirt sich auf seiner innern Fläche, wie nach einem Model, und man bekommt alsdann ein Säckchen, das nicht mehr aus einer einzigen Zelle, sondern aus einer mit einander verwachsenen Schichte von Zellen besteht. Auf diese Weise findet man in dem reifen Samenkorne Hüllen des Embryo, die in den meisten Fällen auf zwei, statt vier, reduzirt sind. Die eine äußere, welche die beiden verwachsenen Decken des Eichens enthält, die andere innere, deren Ursprung verschieden ist, weil sie entweder aus dem verdünnten Kern oder aus dem Keimfächchen oder aus beiden mit einander oder endlich auch in einigen Fällen aus der inneren Decke entstehen kann, die sich mit der äußeren nicht verschmolzen hat. In den Samenkörnern, wo man diese ganze Entwicklung nicht mit der strengsten Aufmerksamkeit verfolgte, ist es beinahe unmöglich, zu entscheiden, welchem Theile des Eichens die modifizirten Hüllen, die man vor Augen hat, entsprechen; welche von ihnen eingesogen oder verzehrt, welche von ihnen verwachsen und verschmolzen sind. Man muß sich alsdann damit begnügen, den gegenwärtigen Zustand der Dinge zu beschreiben und dies ist, wie wir sorben gesagt haben, gewöhnlich das Dasein zweier Hüllen; man gibt gewöhnlich der äußeren den Namen, Samenschale, Schelfe, der inneren den Namen innere Haut.

§. 558. Aber andere Veränderungen sind zu gleicher Zeit in dem Inneren des wachsenden Eichens vorgegangen. Nach dem Auftreten des Embryo hat sich das Keimfächchen mit einer schleimigen Flüssigkeit angefüllt, welche sich gewöhnlich bald in ein, anfangs weiches und lockeres Zellgewebe organisirt. Von außen nach innen geht diese Organisation, die anfangs weichen und schwimmenden Zellen setzen sich bald auf der Wand des Säckchens nieder, sodann legen sich andere auf diese Schichte und verdicken sich auf diese Weise immer mehr. Es kann nach außen eine fast ähnliche Bildung des Keimfächchens entstehen, demnach in demjenigen, das von dem Kerne selber gebildet ist und das sich durch ein zelliges Gewebe verdickt. Dieser Fall ist geradezu der entgegengesetzte von dem, den wir im vorhergehenden Paragraphen angegeben haben, nämlich von dem, wo der Kern, welcher zurückgedrängt und stufenweise eingesogen wurde, ganz verschwand.

§. 559. Diese anfangs halbflüssigen Säfte, die sodann zu einem steigen Gewebe organisirt werden, sind zu Ernährung des jungen Embryo bestimmt, welcher selbst fortfährt, sich auszudehnen (Fig. 474); bald saugt er sie ein, bevor das Gewebe fest geworden ist und da er immer weiter schreitet, so nimmt er nach und nach das ganze Innere des Samenkornes ein und füllt es endlich ganz aus, indem er unmittelbar mit den Hüllen bedeckt ist, die wir weiter oben beschrieben haben.

§. 560. Bisweilen nimmt er einen weit geringeren Platz ein, das übrige füllt das entweder in dem Kerne oder gewöhnlicher in dem Keimfächchen oder in allen beiden zugleich zuletzt gebildete Gewebe aus (Fig. 452), ein Gewebe, welches alsdann eine feste Masse bildet, der man den Namen Samenhülle (perispermium) gegeben hat. Richard nannte dasselbe Kernmasse (endospermium), und Gärtner vor ihm Eiweiß (albumen) dieser letztere Name wurde von der Vergleichung unseres vegetabilischen Eies mit dem der Vögel hergenommen; einer Vergleichung, die, ob gleich in gewissen Punkten unrichtig, doch ziemlich geeignet ist, diesen Bau recht deutlich zu machen. Man weiß auch wirklich, daß in dem Eie das junge Thier, das an einem Punkte an der Oberfläche des Gelben oder des Dotters entwickelt wird, zu seiner Nahrung dieses Gelbe, sodann das Weiße einsaugt, welches es umgibt, und das sich unter der mit einer Haut gefütterten Schale befindet. Es war ganz natürlich mit diesem den Embryo oder die junge Pflanze zu vergleichen, welche gleichfalls innerhalb dieser beiden concentrischen Massen von verschiedenen Stoffen liegt, welche, und zwar die äußere in dem Kerne die innere in dem Keimfächchen angehäuft sind, und auf diese Weise in ihrem Verhältnisse mit dem Eiweiß und dem Dotter verglichen werden können, und Gärtner hat die Vergleichung dadurch auf's Aeußerste getrieben, daß er diesen letzten Namen der inneren Samenhülle in den übrigens sehr seltenen Fällen gab, wo man deren zwei in dem reifen Samenkorne antrifft.

Dies sieht man z. B. an dem Samenkorne der Nymphaea (Fig. 452), wo die Entwicklung aller Theile, die schon in dem Eichen vorher vorhanden sind, mit einer außerordentlichen Deutlichkeit wahrgenommen wird. Unter einer dünnen Samendecke a, welche dieses Samenkorn bedeckt, unter einer ziemlich dicken Samenschale und einer feinen Haut mi, welche die beiden Decken des Eichens vorstellt, findet man einen großen mehligen Körper, der beinahe das ganze Samenkorn ausfüllt, dessen Achse aber eine Art langen Darmes bildet, der unten an dem Nabelflecke befestigt, und oben in einen kleinen Sack sc mit dicken Wänden verbreitet ist, in dessen Innerem sich der Embryo e befindet. Es ist sehr leicht, hier das Keimfächchen zu erkennen, das durch eine zellige Entwicklung an seinem Endpunkte, wo die des Empryo stehen geblieben ist, verdickt und an dem mehligen Körper den Kern zu erkennen, der in einem noch weit auffallendern Grade entwickelt wurde.

452.

452. Junges senkrechtgeschnittenes Samenkorn der Nymphaea alba: — f Nabelstrang; — a Samendecke; — r Naht; — c Nabelfleck; — h Nabel; — m Keimsack; — t Samenschale; — mi innere Haut: — n mehlige von dem Kern gebildete Samenhülle; — sc fleischiges Säckchen, aber innere Samenhülle von dem Keimfächchen gebildet; — e Embryo.

§. 561. Man hat den Vorschlag gemacht, diese beiden Massen von verschiedenem Ursprunge mit verschiedenen Namen zu bezeichnen: Kernmasse diejenige

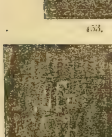
zu nennen, welche sich in dem Keimsäckchen bildet, Samenhülle oder Eiweiß diejenige, welche sich in dem Kern bildet; dies wäre wirklich eine werthvolle Unterscheidung, wenn man sie beständig anwenden könnte. Man hat aber die Entwicklung des Samenkorns in der größeren Mehrheit der bekannten Pflanzen nicht verfolgen können, und sogar bei denjenigen, welche vor unseren Augen wachsen, ist dieses Studium, das eine große praktische Uebung, und eine lange, in's Kleinliche gehende Beobachtung erheischt, nur an einer kleinen Anzahl angestellt worden. Man muß sich also bei dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft, wie man auch bisher gethan hat, mit einem einzigen Ausdrucke, nämlich Samenhülle, begnügen, den man in den meisten, auf diese Weise zweifelhaften Fällen allein anwendet, und den man bei denen, wo sein Eintreffen oft nachgewiesen worden ist, durch das Hinzufügen eines Beiworts, z. B. innerlich oder kernmäßig, äußerlich oder eiweißhaltig genauer bestimmen konnte.

§. 562. Nach Schleiden würden gewisse Samenhüllen einen von allen vorhergehenden ganz verschiedenen Ursprung haben. So zeigt in den Blumenröhren der eiförmige Körper des Eichens nur in seiner oberen Hälfte die Richtung des mit seiner Decke umgebenen Kerns. Die ganze untere Hälfte wird von einer stetigen Masse eingenommen, welche ganz dem Nabelstecke zu gehören scheint. Das Keimsäckchen an der Spitze des Kerns dehnt sich stufenweise von unten nach oben aus und vertieft sich in diese Masse, welche zu wachsen fortfährt, und auf diese Weise endlich den größeren Theil des Säckchens und des Embryo, der sich in seinem Inneren entwickelt hat, umgibt. Sie bildet auf diese Weise die Samenhülle, die man in diesem Falle nabelfleckartig nennen könnte. Sie besteht aus Zellen, die größtentheils in kleine Cylinder gestreckt sind, und von den Decken nach der Oberfläche des Embryo hinlaufen.

§. 562 (bis). Wie dem nun auch sei, so ändert sich die Samenhülle ihrer Natur und ihrer Consistenz nach und liefert auf diese Weise brauchbare Merkmale zur Bestimmung der Samenkörner. Erstens, ihre

453.

454.



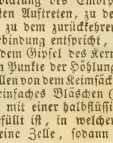
455.

Zellen sind sehr oft mit Stärkemehlkörnern angefüllt, und man sagt alsdann sie sei mehlartig (Fig. 453), dieser Beschaffenheit der Samenhülle verdanken viele Samenkörner, z. B. die der Cerealien, ihre nährende Eigenschaft. Man hat zu bemerken geglaubt, daß diese Modification gewöhnlich der Entwicklung der Kerns, der kernmäßigen Samenhülle entsprechen würde. Zweitens, in anderen Fällen erlangen diese Zellen eine ziemlich bedeutende Dicke und behalten dabei einen gewissen Grad von Weichheit, und man sagt alsdann, sie sei fleischig. In diesem Falle bildet sich bisweilen im Innern der Zellen, z. B. in dem Ricinus, Oel, und man nennt sie alsdann ölig (Fig. 454). Drittens, diese Zellen können bei großer Dicke eine sehr große Härte beinahe die eines Hornes erlangen, und die Samenhülle ist alsdann hornartig, z. B. in der Dattel (Fig. 455), dem Kaffee und der Iris. Alsdann sieht man gewöhnlich, wenn man eine sehr dünne Schnitte macht, unter dem Mikroskope diese Zellen sehr deutlich, deren Höhlungen klein, die aus mehreren ineinandergeschachtelten Schichten gebildete Wand sehr dick und oft mit kleinen Verbindungskanälen, die von der einen zur anderen gehen, übersäet ist.

Die Jodauflösung ist sehr anwendbar, um die Natur der Samenhülle darzuthun. Sie gibt in derselben die geringsten Spuren von Stärkemehl dadurch an, daß sie dieselben blau färbt. Unter dem Aussehen einer kleinen halbfesten Masse, welche sie gelb macht, läßt sie die stickstoffhaltigen Stoffe erscheinen, deren Dasein in den Samenkörnern ebenso allgemein, als für die erste Entwicklung der Gewebe nothwendig ist. Diese Stoffe, welche fast allein den Inhalt der hornartigen Samenhüllen bilden, fehlen in den andern nicht, und verbinden sich in den mehligen mit dem Stärkemehl. Dies ist der Kleber in den Cerealien.

Natürlich müssen diese Kennzeichen in dem vollkommen reifen Samenkorne aufgesucht werden. Sie bilden sich nur stufenweise, und zu der Zeit, wo die Samenhülle angefangen hat, sich in dem befruchteten Eichen zu organisiren, konnte das Zellgewebe, welches dasselbe ausmacht, einige Verschiedenheiten in seinen Formen, aber noch nicht in der Consistenz seiner Wände und in den Stoffen zeigen, die in ihrem Innern gebildet wurden.

§. 563. **Embryo.** — Während diese verschiedenen Veränderungen in den Hüllen des Samenkorns vorfielen, ist eine in dem Embryo, seinem wesentlichsten Theile, und welchem alle andere nothwendig untergeordnet sind, bewerkstelligt worden. Wir wollen jetzt diese Entwicklung des Embryo untersuchen, und zu seinem ersten Auftreten, zu dem Augenblicke der Befruchtung, zu dem zurückkehren, welcher der unmittelbaren Verbindung entspricht, die zwischen der Pollenröhre und dem Gipfel des Kerns besteht. In dem entsprechenden Punkte der Höhlung desselben, welche in den meisten Fällen von dem Keimsäckchen gefüttert ist, bemerkt man ein einfaches Bläschen (Fig. 456, 1, γ), das anfänglich mit einer halbflüssigen Materie nebst Körnchen angefüllt ist, in welchem man aber bald sieht, wie sich eine Zelle, sodann mehrere andere bilden



456.

(Fig. 456, 2, e), welche alle mit einem, gewöhnlich sehr deutlichen Kerne versehen sind (§. 21, 327). In den meisten Fällen wachsen sie mit ihren Enden in eine Reihe zusammen, deren oberer Theil den Aufhänger, und deren unterer Theil den Embryo bildet, der anfänglich auf eine einzige Zelle beschränkt

453. Schnitte eines kleinen Stücks von der Samenhülle des Mais: — c Zellen; — f Stärkemehlkörner in denselben.

454. Schnitte des Croton tiglium: — c Zellen; — h ölige Tröpfchen, die sie enthalten.

455. Schnitte der Dattel.

456. Erste Entwicklung des Embryo Draba verna: — s Aufhänger; — e Embryobläschen; — 1. erste Epoche, wo man nur das Embryobläschen bemerkt; 2. zweite Epoche, wo sich mehrere Zellen in diesem Bläschen gebildet haben; 3. dritte, wo der Embryo durch die Bildung und Ausdehnung einer größeren Anzahl von Zellen deutlicher geworden ist.

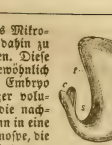
ist, die bald aus mehreren, in eine kleine Masse verwachsenen besteht (Fig. 456, 3, e). Bei dieser Entwicklung verschwindet das Mutter- oder Embryobläschen bald. Oft bleibt der Aufhänger bei diesem Grade von Dünnheit stehen; bisweilen verlängert und stärkt er sich durch das Hinzukommen neuer Zellen; demungeachtet verschwindet er doch fast immer endlich selbst, wenn der Embryo, welcher einige Zeit lang an ihm an der Spitze des Säckchens hängt, einen gewissen Umfang erlangt hat.

§. 564. Wir haben bereits (§. 28, 29) die progressiven Veränderungen, die constituirenden Theile und die Hauptmodifikationen des Embryo angeführt. Wir haben gesehen, daß diese anfangs unzertheilte Zellenmasse später eine Art von Zertheilung zeigt, welche geeignet ist, eine Unterscheidung mehrerer Theile zu begründen, daß man in derselben eine Achse und kleine, seitenständige Auswüchse, Skizzen der ersten Blätter, bemerkt, daß unter diesen ersten Blättern eines oder zwei, die man Kotyledonen nennt, eine besondere Gestalt und Bau zeigen, und daß sich nach der Einheit und der Mehrheit der Kotyledonen von jetzt an unter den Pflanzen eine Grundverschiedenheit bilde, die in dem Verhältnisse immer deutlicher wird, als sie sich zu entwickeln fortfahren; wir haben aber den Embryo nur unabhängig von dem Samenkorne untersucht und ihn überdies auf eine bei weitem zu allgemeine Weise behandelt, als daß es nicht nothwendig sein sollte, hier weit ausführlicher auf denselben zurückzukommen.

Die Achse bildet sich zuerst und richtet einen ihrer Endpunkte nach dem Aufhänger, und den andern nach der entgegengesetzten Seite. Nun ist der erste immer der, aus welchem später die Wurzel entspringt, und nimmt in dem Embryo den Namen Würzelchen an; der zweite ist der, welcher sich zum Stamme verlängert, sich mit Blättern bedeckt und im Anfange die Kotyledonen treibt. Man unterscheidet also eine Würzelchenextremität und eine Kotyledonenextremität: die erstere setzt sich unmittelbar mit dem Aufhänger fort, und steht demnach der Spitze des Kerns und dem Keimloch, das ihm entspricht, gegenüber. Die zweite, gerabezu entgegengesetzte, wird also der Grundfläche des Kerns, d. h. dem Nabelflecken, gegenüberstehen müssen, und diese ersten Beziehungen bleiben fast immer, so daß es bei dem besten Anblicke des Korns nur darauf ankommt, den Nabelfleck und das Keimloch bestimmen zu können, um mit einem sehr hohen Grade von Gewißheit die beiden entsprechenden Endpunkte des noch unter seinen Hüllen verborgenen Embryo zu bestimmen.

Wir wollen bemerken, daß diese Richtung des Embryo oder der neuen Pflanze genau die umgekehrte von der der Mutterpflanze ist, weil man den Kern als den Culminirpunkt von dieser betrachten kann, und der Embryo in Beziehung auf den Kern verkehrt steht, indem er die Spitze, welche sich einmal zur Wurzel entwickeln soll, nach oben, diejenige hingegen, welche sich einmal zum Stamme entwickeln soll, nach unten kehrt. Diese Betrachtung begründet einen wesentlichen Unterschied zwischen ihm und den gewöhnlichen Knospen, die man mit ihm vergleichen könnte, welche aber beständig die Richtung der Pflanze fortsetzen, auf welcher sie entstanden sind.

§. 565. In dem Samen einer kleinen Anzahl von Pflanzen, namentlich mehrerer Schmarotzerpflanzen, ist der Embryo auf die noch unzertheilte Achse beschränkt, wie man dies z. B. an der Flachsseide (Fig. 457) sehen kann, oder wenn die Kotyledonen da sind, auf dem verkümmerten Zustand derselben, und welche oft so klein sind, daß man sie kaum erkennen kann, z. B. in der Pekea (Fig. 458), und daß man bisweilen sogar das Mikroskop anwenden muß, um es dahin zu bringen, wie in den Orchideen. Diese Fälle sind sehr selten, und gewöhnlich bemerkt man an dem reifen Embryo außer den mehr oder weniger voluminösen Kotyledonen auch die nachfolgenden Blätter, die alsdann in eine erste, außerordentlich kleine Knospe, die man Knöspchen genannt hat, vereinigt sind.


458.

457. Embryo der Flachsseide.

Diese verschiedenen Theile zeigen ziemlich merkwürdige Verschiedenheiten, je nachdem der Kotyledon einfach oder doppelt ist. Wir wollen sie in beiden Fällen nach einander untersuchen.

§. 566. **Monokotyledonischer Embryo.** — Die gewöhnliche Form der monokotyledonischen Embryone ist die eines Cylinders, der an seinen beiden Endpunkten abgerundet ist, oder die eines mehr oder weniger verlängerten eiförmigen Körpers (Fig. 460). Aeußerlich ist es sehr schwer, an demselben verschiedene Theile zu erkennen; wenn man ihn aber senkrecht in der Mitte durchschneidet, so bemerkt man in einer abwechselnden Höhe eine kleine Warze, die in eine Höhlung unmittelbar unter der Oberfläche eingebettet ist. Dies ist das Knöspchen: oberes Ende der Achse, zu welcher der ganze darunter liegende Theil gehört, ein Theil, welcher fast ganz aus dem kleinen Stämmchen dieser verkürzten Pflanze besteht, den man aber gewöhnlich mit dem Namen Würzelchen bezeichnet (Fig. 460, r), weil es sich unten in eine Wurzel verlängern wird. Der ganze über dem Knöspchen liegende Theil ist der Kotyledon (Fig. 460, c). Wenn man mit großer Aufmerksamkeit und bei einer hinreichenden Vergrößerung den frischen oder angefeuchteten Embryo untersucht, so ist es möglich, sogar ohne Zerschneiden diese verschiedenen Regionen zu bestimmen, denn man kann fast immer eine kleine Spalte (Fig. 460, f) oder äußeres Knopfloch entdecken, welches dem Knöspchen entspricht, das überdies in sehr vielen Fällen durch einen leichten Vorsprung an der Oberfläche des Embryo angegeben ist, und nun kann man die Gränze zwischen dem Würzeltheil, der nach dem Keimloche gerichtet ist, und dem Kotyledonentheile, der sich nach dem Nabelflecke richtet. Wem entspricht diese Höhlung, in welcher das Knöspchen liegt, diese dünne und der Länge nach gespaltene Schichte, welche dasselbe bedeckt? Wir haben gesagt, daß der Kotyledon nichts anderes ist, als das erste Blatt der kleinen Pflanze, und das Knöspchen die Vereinigung der nachfolgenden Blätter. Wenn man nun vergleichungsweise ein Ganzes von gewöhnlichen, äußerst jungen Blättern untersucht und man zum Ausgangspunkte eines von ihnen nimmt, das schon so entwickelt ist, daß man an demselben eine kleine Scheide mit einem Saume darüber erkennen kann, so wird man die nachfolgenden, von dieser Scheide eingehüllten, aber welche sie kaum hervorragen, auffinden. Diese spielen in Beziehung auf das erste ganz die nämliche Rolle, welche das Knöspchen in Beziehung auf den Kotyledon spielt. Der hohle Theil, den man an der Grundfläche des Kotyledons bemerkt,

459. 460.

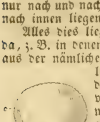
458. Embryo der Pekea butyrosa: — *r* dicker Stämmchen, das beinahe die ganze Masse bildet, das an seinem Endpunkte in eine Verengung zurückgebogen ist, die sich auf die Furche *s* legt und die man weggelassen hat, um sie besser zu zeigen, sowie die beiden verkümmerten Kotyledonen, welche sie endigen.

459. Vertikalschnitt eines Karpells von **Triglochin Barrelieri:** — *p* Perikarp mit der darauf sitzenden Narbe *s*; — *g* Samenkorn; — *f* Nabelstrang; — *r* Nabt; — *c* Nabelfleck.

460. Embryo, besonders gesehen: — *r* Würzelchen; — *f* Spalte die dem Knöspchen entspricht; — *c* Kotyledon.

ist also nichts anderes als sein scheidenartiger Theil; die Spalte, die man antrifft, sind die Ränder dieses Theils, die einander nahe gebracht worden sind, oder die sich sogar bedecken. Man wird in dieser Ansicht bestärkt, wenn man die ganze Entwicklung des Kotyledonen verfolgt, welcher anfänglich in Gestalt einer kleinen Warze erscheint, sich etwas verlängert, sich sodann an der Grundfläche auszuweitet, wo eine andere Warze das Knöspchen hervorzubringen anfängt, das zuerst frei ist und sodann stufenweise von zwei kleinen Platten bedeckt wird, welche von den beiden Rändern der Ausweitung herkommen. Wir finden hier wieder die Entwicklung eines Blattes (§. 147), dessen Saum sich zuerst zeigt, sodann der scheidenartige Theil, den anfänglich eine einfache Wölbung angibt, und der nur nach und nach für die anderen Blätter, die weiter nach innen liegen, zur Scheide wird.

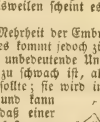
Alles dies liegt sehr offen in gewissen Embryonen da, z. B. in denen der Dioscorea und anderer Pflanzen aus der nämlichen Familie (Fig. 461), deren Kotyledon e einen verbreiterten Saum hat, der, wie der eines ächten kleinen Blattes verwinnt ist, mit einer Scheide g, welche das Knöspchen umgibt, ohne es ganz zu bedecken, gewöhnlicher aber entfernt sich die Gestalt des Kotyledons weit mehr von der der anderen gewöhnlichen Blätter; sie ist zu einem Cylinder, zu einem Konus oder zu einer Keule verdickt; bisweilen zeigt sich das Knöspchen mehr oder weniger frei nach außen, entweder weil sich die Ränder der Scheide nicht vereinigen oder sich darauch nicht verlängern, daß sie sich in eine Haut verdünnen. Man kann oft an demselben nur ein einziges Blatt erkennen, das nach der entgegengesetzten Richtung des Kotyledons gedreht ist, so klein sind die nachfolgenden; in andern Fällen entdeckt man überdies eines oder zwei und selten mehr, die nach der Reihe abnehmen.


461.

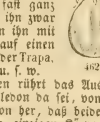
Das Würzelchen ist bei einigen Embryonen eben so lang und sogar noch länger als der Kotyledon (Fig. 76, l), und man nennt sie alsdann **makropoden** (von μάκρος, lang, und ποῦς, ποδός, Fuß); bisweilen verbreitern sie sich seitwärts, so daß sie eine Art von Auswuchs bilden, der sich so weit erstrecken kann, daß er den größeren Theil der Embryonenmasse ausmacht. Gewöhnlicher aber ist sein Würzelchen weit kürzer als der Kotyledon, es ist auch gewöhnlich dicker und hat ein etwas fleiges Gewebe. Oft zeigt sich an seinem Endpunkte eine kleine Spitze, da wo der Aufsänger ausliegt, und wo sich später die erste Wurzel zeigt. Aber dieser Endpunkt verlängert sich nicht, um sie zu bilden, und wir haben (§. 411) gesehen, daß es eine Art innerer Warze ist, welche die äußere Schichte durchbricht und sich auf diese Weise entwickelt.

§. 567. **Dikotyledonischer Embryo.** — Die Gestalt der dikotyledonischen Embryone ist zu mannigfaltig, als daß es möglich ist, sie auf eine allgemeine Weise anzugeben; da sie bisweilen cylinderförmig oder sehr gestreckt eiförmig gebildet sind, so erinnern sie an die Gestalt der monokotyledonischen Pflanzen; sie unterscheiden sich aber immer von denselben durch die Zertheilung in zwei Lappen an dem kotyledonischen Ende; diese Eintheilung ist mehr oder weniger tief, je nachdem die Kotyledonen in Beziehung auf die Achse oder das Stämmchen, das sie trägt, mehr oder weniger entwickelt sind. Eine sehr gewöhnliche Gestalt ist die, welche wir an den Kotyledonen des Mandelbaums anzugeben und abzubilden Gelegenheit hatten (Fig. 77), wo zwei eiförmige Kotyledonen (cc), die über einander liegen, den größeren Theil des Embryo ausmachen, während die Achse auf einen weit schmäleren und kürzeren Körper beschränkt ist, den man äußerlich nur in der Gestalt eines kleinen Konus (r), der unter den Kotyledonen hervorragt, erblickt; dieser unter den Kotyledonen stehende Theil ist das Würzelchen, dessen Endpunkt, wie wir bereits (§. 111) gesagt haben, sich unmittelbar in eine Wurzel verlängert. Der andere Theil der Achse, der mehr oder weniger über ihrer Einfügung steht, das Knöspchen, das bisweilen kaum entwickelt und zwischen ihnen versteckt ist, wird erst dann gesehen, nachdem man jene auf eine künstliche Weise entfernt hat. Es endigt sich oft selbst in zwei kleine Lappen, zeigt bisweilen eine größere Anzahl von jenen seitenständigen Lappen, den ersten Blattentwürfen; bisweilen scheint es ganz unzertheilt.

§. 568. Bei der größeren Mehrheit der Embryonen sind die Kotyledonen gleich; es kommt jedoch ziemlich häufig vor, unter ihnen eine unbedeutende Ungleichheit zu beobachten, die aber zu schwach ist, als daß man sie in Anschlag bringen sollte; sie wird indessen in einigen Fällen sehr stark, und kann es sogar dergestalt werden, daß einer von den beiden Kotyledonen fast ganz zu fehlen scheint. Man findet ihn zwar fast immer wieder, wenn man ihn mit Aufmerksamkeit sucht, aber auf einen bloßen Ansatz reduzirt, z. B. in der Trapa, in einigen Hiræa (Fig. 462) u. s. w.


462.

§. 569. In anderen Fällen rührt das Aussehen, als ob nur ein einziger Kotyledon da sei, von einer andern Ursache, nämlich davon her, daß beide mehr oder weniger innig in einen einzigen Körper verwachsen sind (Fig. 463). Alsdann liegt aber das Knöspchen nicht wie bei den ächten monokotyledonischen Embryonen in der Nähe der Oberfläche und in Verbindung mit außen durch eine kleine Spalte. Es nimmt eine Höhlung ganz im Innern und in der Verlängerung der Achse ein. Ueberdies kann man fast in allen Fällen die Gespaltenheit des kotyledonischen Körpers an den Spuren erkennen, welche die Nath c in der ganzen Ausdehnung der verwachsenen Flächen zurücklässt, und wenn diese Spuren fehlen, an der sorgfältigen Untersuchung des jüngern Embryo, vor der Zeit, wo die Kotyledonen sich auf diese Weise genähert haben, verwachsen und mit einander verschmolzen sind, z. B. in der Kapuzinerpflanze.


463.

§. 570. Lassen wir aber diese ungewöhnlichen Anordnungen bei Seite und nehmen die gewöhnlichste, nämlich die, bei welcher die beiden Kotyledonen gleich und bloß anstehend sind. Bald erlangen sie eine große Dicke, wie bei dem Mandelbaume, der Bohne, Eiche u. s. w., und man sagt alsdann, sie seien fleischig. In diesem Falle sind die beiden sich berührenden oder inneren Flächen gewöhnlich eben; die freien oder äußeren mehr oder weniger conver. Bald sind sie in dünne Platten, die auf ihren beiden Flächen flach sind, zusammengedrückt und man nennt sie blattartig, wie bei den Ricinus, dem Pfaffenkäppchen u. s. w. Die eigentliche Natur der Kotyledonen, der ersten Blätter der werdenden Pflanze, welche in dem ersten Falle verhüllt ist, zeigt sich mehr oder minder offen in dem zweiten.

461. Embryo einer Pflanze aus der Familie der Dioscoreen (**Rajania cordata**); — r Würzelchen; — e Kotyledon; — g Scheide, welche das Knöspchen verbirgt.

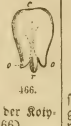
462. Senkrecht geschnittener Embryo der Hiræa Salzmannians, um die Ungleichheit seiner beiden Kotyledonen zu zeigen, wovon der eine (e) fast die ganze Embryonenmasse bildet: — c der kleine Kotyledon; — o Knöspchen; — r Würzelchen.

463. Senkrecht ge chnittener Embryo der Carapa guianensis, um die Naht der Kotyledonen zu zeigen, deren Trennung nur noch durch eine schwache Linie c wahrgenommen wird: — r Würzelchen; — g Knöspchen.

Gewöhnlich ist ihr Umfang ganz, sogar bei den Pflanzen, bei welchen die folgenden Blätter sich mehr oder minder tief ausschneiden; doch gibt es einige, wo er schon selbst gelappt ist, wie in dem Nußbaum, der Eiche, Linde (Fig. 464). Die blattartige Natur wird auch noch durch Nerven angezeigt, die schon mehr oder weniger sichtbar sind, gewöhnlich in sehr geringer Anzahl auf den fleischigen Kotyledonen vorkommen, in einer um so größern, je dünner sie sind. Man bemerkt sogar schon oft Spaltöffnungen an der Oberfläche dieser letzteren. Endlich können Kotyledone gestielt (Fig. 465), d. h. von der Achse, die sie trägt, durch eine mehr oder minder kurze Verneugung getrennt sein. Gewöhnlicher sind sie sitzend, und bloß von einer Ausdehnung oder Saum gebildet, der sich unmittelbar auf der Achse einfügt. Sehr oft sieht man, wie sich diese ausgeschweifte Grundfläche auf beiden Seiten, unter dem Punkt der Einfügung in einen Lappen verlängert: sind diese beiden Lappen ziemlich groß und breit, so heißt der Kotyledon herz-

464.

465.

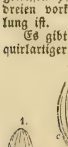


466.

förmig; sind sie kurz und schmal, so wird der Kotyledon zweifach geohrlappt genannt (Fig. 466).

§. 571. Bisweilen findet man mehr als zwei Kotyledone. Dies kann bei gewissen Pflanzensamen der Fall sein, wo demungeachtet die normale Zahl zwei ist; es sind Ausnahmen, die denjenigen ähnlich sind, wo die Blätter, die gewöhnlich paarweise in gewissen Pflanzen gegenständig sind, in Quirlen zu dreien vorkommen, was eine ungewöhnliche Stellung ist.

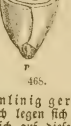
Es gibt aber andere Pflanzen, wo das Dasein quirlartiger Kotyledonen, und überdies der Zahl nach mehr als zwei constant und normal ist, z. B. viele zapfentragende Pflanzen, und namentlich die Fichten (Fig. 467) und Tannen, bei denen in mehreren Arten die Zahl der Kotyledonen auf 6, 9 und sogar auf 15 steigt. In diesem Falle ist ihre Gestalt linealisch, wie es auch später die der Blätter sein wird, und wir wollen bemerken, daß diese Blätter, welche büschelförmig auf kleinen, zusammengezogenen Zweigen verwachsen sind, ihrerseits oft eine ähnliche Anordnung zeigen, die man an den Fichten u. s. w. studiren kann.



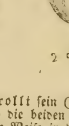
467.

§. 572. Diese Vielfachheit der Kotyledonen machte, daß man vorschlug, dem allgemeinen Namen der dikotyledonischen Pflanzen den Namen der polykotyledonischen Pflanzen zu unterscheiden. Aber der erste paßt auf die größere Mehrheit, oder vielmehr fast auf die Gesammtheit dieser Pflanzen, er ist seit langer Zeit und allgemein angenommen, und muß demnach beibehalten werden. Man darf sich nur daran erinnern, daß der wesentliche Unterschied der Embryonen in diesen zwei großen Pflanzenklassen darin besteht, daß diese ersten Blätter immer wechselständig in den einen (den monokotyledonischen), in den andern (in den dikotyledonischen) immer quirlartig, entweder gewöhnlich paarweise oder sehr selten in einer größern Anzahl hervorkommen.

§. 573. Wir haben gesagt, daß sich die zwei Kotyledonen sehr häufig so zeigen, daß sich ihre ebenen Flächen über einander legen. Sie zeigen aber auch oft andere Anordnungen, welche denen ähnlich sind, die wir in den eigentlichen Blättern vor der Entwicklung angegeben haben, wenn sie nämlich in der Knospe in dem Zustande der Blätterknospenlage zusammengedrängt sind (§. 174). Sie können auf diese Weise in zwei Hälften umgeschlagen, niedergebeugt (Fig. 164, 1) oder doppeltliegend (Fig. 164, 2; 469), zusammengerollt (Fig. 164, 4; 468) oder



468.



469.

schneckenlinig gerollt sein (Fig. 164, 7; 470), gewöhnlich legen sich die beiden Kotyledone um und werden sich auf diese Weise in der nämlichen Richtung, und parallel, wie wenn sie nur einen einzigen Körper bildeten; seltener geschieht es nach entgegengesetzter Richtung, wie da, wenn sie reitend (Fig. 164, 9) oder halbreitend sind (Fig. 164, 8). Bisweilen sind sie überdies zerknittert; begreiflich können sich nur die blattartigen Kotyledonen zu diesen verschiedenen Arten von Faltungen und Zusammenrollungen hergeben, die bisweilen sehr verwickelt sind, und welche alsdann nicht durch ein einziges Wort erklärt werden können, sondern eine kleine ausführlichere Beschreibung verlangen.

§. 574. Nachdem wir die verschiedenen Stellungen untersucht haben, welche die zwei Kotyledonen eines und desselben Embryo in Beziehung auf einander annehmen können, so wollen wir auch die untersuchen, welche sie in Beziehung auf den andern Grundtheil dieses Embryo, nämlich das Würzelchen, haben können. Sehr häufig schlägt dies die nämliche Richtung ein, wie die Kotyledonen; die geradlinige Richtung, wenn der Embryo gerade ist, die krummlinige, wenn er gekrümmt ist; diese krumme Linie stellt gewöhnlich einen mehr oder minder großen Kreisbogen vor, bisweilen wird sie aber wirklich eine eigentliche Spirallinie mit mehreren Windungen, die entweder auf einer einzigen Ebene (Fig. 470) oder auf mehreren Ebenen neben einander liegen (Fig. 457), in andern Fällen hat das Würzelchen nicht die nämliche Richtung, wie die der Kotyledonen, sondern bildet mit derselben einen stumpfen oder rechten oder spitzigen Winkel, oder schlägt sich sogar vollständig um, und geht parallel mit den Kotyledonen aber in umgekehrter Richtung. Das so gestaltete Würzelchen kann sich entweder auf die Fläche der Kotyledonen oder auf ihren Rand legen. In dem ersten Falle nennt man sie aufliegend (Fig. 472), in dem andern Falle anliegend (Fig. 471, 473). Diese Faltungen des

464. Embryo der Linde: — r Würzelchen; — c einer von den Kotyledonen.

465. Embryo des Geranium molle: — r Würzelchen; — c Kotyledonen, die sich hier durch einen Fuß oder Blattstiel p an einander heften.

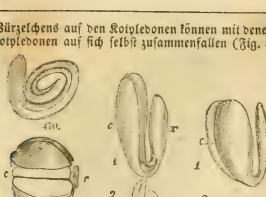
466. Embryo der Ulme: — r Würzelchen; — c Kotyledon; — o o seine Ohrlappchen.

467. Embryo der Fichte: — 1. in dem Korne genommen; — 2. im Anfange des Keimens; — r Würzelchen; — c Kotyledonen.

468. Embryo des Punica granatum, den man in zwei Hälften zerschnitten und die obere weggenommen hat, so daß man das Zusammenrollen der Kotyledonen c sieht; — r Würzelchen.

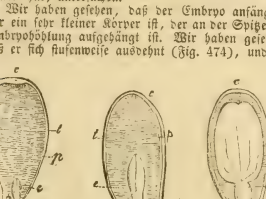
469. Embryo der Brassica oleracea: — r Würzelchen; — Kotyledone; — 1. ganz; — 2. Horizontalschnitt.

Würzelchens auf den Kotyledonen können mit denen der Kotyledonen auf sich selbst zusammenfallen (Fig. 469).



§. 575. Wir wollen jetzt die verschiedenen Verhältnisse des Embryo zu den mannigfaltigen Theilen des Samenkorns, das ihn einschließt und gleich zu Anfang zu der Samenhülle, wenn sich diese entwickelt hat, untersuchen.

Wir haben gesehen, daß der Embryo anfänglich nur ein sehr kleiner Körper ist, der an der Spitze der Embryohöhlung aufgehängt ist. Wir haben gesehen, daß er sich stufenweise ausdehnt (Fig. 474), und sie



endlich oft ganz ausfüllt, indem er alle Säfte, welche sich in derselben angehäuft haben, und sogar einen

470. Embryo des **Bunias orientalis**.

471. Embryo der Brookeriede, die man in zwei Hälften schnitt und die obere wegnahm, um die Trennung der fleischigen und anliegenden Kotyledone zu zeigen.

472—478. Embryonen von Cruciferen: — *r* Würzelchen; — *c* Kotyledonen.

472. Embryonen der **Isatis tinctoria**: — 1. ganz; — 2. Horizontalschnitt.

473. Embryonen des **Cheiranthus cheiri**: — 1. ganz; — 2. Horizontalschnitt.

474. Samenkorn des Pfaffenkäppchens senkrecht geschnitten und in verschiedenen Altern verglichen, um die relative Entwicklung des Embryo *e* mit der Samenhülle *p* zu zeigen: — die Samenhülle ist weggenommen; — *h* Nabel; — *c* Nabelstreif; — 1. erstes Alter, wo der Embryo in Gestalt eines noch untertheilten Kügelchens ist, und eingebettet in der Spitze der Samenhülle; — 2. zweites, wo man anfängt, Kotyledone zu bemerken; — 3. drittes wo der Embryo mit seinen abgeordneten Theilen verlängerter ist; — 4. viertes, wo der Embryo bei seiner Verlängerung über die Hälfte der Samenhülle hinaus ragt.

475 — 477. Senkrecht geschnittene, reife Samenkörner um die verschiedenen Verhältnisse der Größe des Embryon *e* in Beziehung auf die Samenhülle zu zeigen. — *h* Decke; — *f* Nabelstrang; — *h* Nabel; — *c* Nabelstreif.

475. Reifer Samen von dem **Helleborus niger**.

476. — **Diphyllena peltata**.

477. — **Berberis vulgaris**.

Theil der Hüllen einsauge, welche in früherer Zeit da waren. Man denke sich alle Grade, die zwischen diesem ersten und dem letzten Zustande des Embryo liegen; man denke sich ihn stillestehend bei jedem dieser Grade und in jedem dieser Fälle die Stelle, welche nicht von dem Embryo eingenommen ist, von der Samenhülle ausgefüllt: man wird sich alle mögliche Verhältnisse der Größe zwischen beiden vorstellen können, Verhältnisse die unendlich mannigfaltig sind, und wozu uns die Natur alle Beispiele liefert (Fig 475, 476, 477); so kann der Embryo nur einen sehr kleinen Punkt an der Spitze der Samenhülle einnehmen oder sich bis zu ihrer Hälfte oder mehr oder weniger ausdehnen oder ihr endlich an Länge gleich kommen; er kann mehr oder weniger dünn, mehr oder weniger dick sein, und diese Dicke steht nothwendig in umgekehrtem Verhältniß zu der der Samenhülle, deren Schichte sich in dem Verhältnisse immer mehr verdünnt, als sich der Embryo vergrößert.

§. 576. Dieser kann sich sogar gegen die Achse des Samenkorns hin richten, und heißt alsdann **achsenständig**; nun zeigen sich zwei Fälle, entweder stößt er unter sich die Samenhülle zurück, mit welcher er nur rückschtlich eines Theiles seines unitern oder kotyledonischen Endpunktes in Verbindung steht (Fig. 478), oder er vertieft sich in die Dicke der Samenhülle, welche ihn alsdann von allen Seiten umgibt, mit Ausnahme jedoch seines Würzelchenendes (Fig. 477); selten findet man ein Verwachsen zwischen diesem Ende und der Samenhülle, z. B. an vielen zapfenförmigen Pflanzen, wahrscheinlich vermittelst des verdickten Aufhängers.

§. 577. In andern Fällen folgt der Embryo in seiner Entwicklung nicht der Achse des Samenkorns und wirft sich auf die Seite, gewöhnlich auf die, welche dem Nabelflecke gegenüberstebt. Selbst in diesem Falle kann er noch vollständig von der Samenhülle umgeben sein, deren Schichte alsdann bei weitem nicht so dicht, als auf der andern Seite ist. Wieder in andern Fällen liegt er ganz außerhalb der Samenhülle und unmittelbar unter den Decken. Vorzüglich an den gekrümmten Samenkörnern, die aus krummwändigen Eichen entspringen, bemerkt man diese Anordnung und alsdann nimmt der Nabelfleck den hohlen Theil der Krümmung ein und der Embryo, den man alsdann **peripherisch** nennt, folgt der erhabenen Seite und scheint die Samenhülle zu umgeben, anstatt von ihr umgeben zu werden (Fig. 479): ist das Korn nicht gekrümmt und ist der Embryo in Beziehung auf die Samenhülle klein, so wird er auf einen Punkt ihrer Oberfläche geworfen, wie z. B. in den Gramineen.

§. 578. Endlich kann in einer kleinen Anzahl von Fällen die Entwicklung der verschiedenen Decken unregelmäßig vor sich gegangen sein, so daß das Keimloch nicht mehr mit der Spitze des Kerns zu-

478. Senkrecht geschnittener Samen der **Carex depauperata**: — *t* Decken; — *p* Samenhülle; — *e* Embryo.

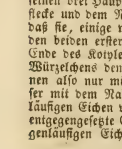
479. Senkrecht geschnittenes Korpell der **Mirabilis jalapa**, mit dem Samenkorn, das sie enthält. — *a* Samenhülle, über die der Rest des Griffels *s* hervorragt; — *t* Decken des Samenkorns; — *e* Embryo mit seinem Würzelchen *r* und seinen Kotyledonen *c*; — *p* Samenhülle.

sammenfällt und demnach die Achse des Samenkorns (z. b. die krumme oder gerade Linie, die zwischen dem Keimloch und dem Nabelfleck gezogen wird) wirklich nicht mehr der Achse der Embryohöhlung folgt, in diesem Falle läuft das Würzelchenende des Embryo, das excentrisch genannt wird, in einer gewissen Entfernung von dem Endpunkte des Samenkorns aus. Man sieht Beispiele davon in den Primulaceen, Wegerichen, vielen Palmbäumen (Fig. 480) u. s. w.

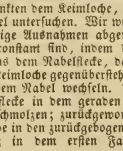
480.

§. 579. Wir haben soeben gesehen, daß der Embryo, wenn er von einer Samenhülle begleitet ist, gewöhnlich von derselben umgeben wird, daß er in andern Fällen sich entweder an einem der Endpunkte derselben oder auf der Seite außerhalb befindet. Richard nannte ihn im Inneren liegende (intrarius) in dem ersten Falle; außerhalb befindlich (extrarius) in dem zweiten Falle.

§. 580. Wir wollen jetzt die Verhältnisse des Embryo mit den Decken des Samenkorns, d. h. mit seinen drei Hauptpunkten dem Keimloche, dem Nabelflecke und dem Nabel untersuchen. Wir wissen bereits, daß sie, einige wenige Ausnahmen abgerechnet, mit den beiden erstern constant sind, indem das äußerste Ende des Kotyledons dem Nabelflecke, das Ende des Würzelchens dem Keimloche gegenübersteht. Sie können also nur mit dem Nabel wechseln. Nun ist dieser mit dem Nabelflecke in dem geraden oder geradläufigen Eichen verschmolzen; zurückgeworfen, an das entgegengesetzte Ende in den zurückgebogenen oder gegenläufigen Eichen; in dem ersten Falle hat also



481.



482.

das Würzelchen eine umgekehrte Richtung mit dem Nabel (Radicula hilo contraria, Fig. 481), in dem zweiten nimmt es eine Richtung nach seiner Seite (radicula hilum spectans, Fig. 483). Richard nannte gegenwändig (antitropus von τροπη, das Wenden und ἀντι, gegen) den Embryo, der sich in dem ersten Falle befindet, gleichläufig (homotropus von ὁμος gleich), den Embryo, der sich in dem zweiten Falle befindet. Er nannte doppelläufig (amphitropus von ἀμφι, herum) denjenigen, der um sich selbst gekrümmt auf diese Weise seine beiden Endpunkte vereinigt (Fig. 482) und von dem wir gesehen haben, daß er gewöhnlich auf einer Seite einen Theil oder die Gesammtheit der Samenhülle umgebe (Fig. 479).

480. Kern der Dattel. — *p* Samenhülle; — *e* Embryo; — 1 — ganz; — 2 Durchschnitt in der Höhe des Embryo.

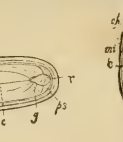
481. Samenkorn der **Stoevesia balsaghas**, der Länge nach geschnitten, mit dem Theil der Samenhülle *pe*, mit welchem es befestigt ist: — *f* Nabelstrang; — *ch* Nabelfleck und Nabel mit einander verwachsen; — *i* Decken des Samenkorns; — *pe* Samenhülle, wovon man nur die Spitze sieht; — *e* einer von den Kotyledonen, der andere ist weggenommen worden, um das Knöspchen *g* zu zeigen; — *r* Würzelchen.

482. Der Länge nach geschnittenes Samenkorn von **Erysimum cheiranthoides**: — *m* Keimloch; — *ch* Nabelfleck, der beinahe mit dem Nabel *h* verschmolzen ist; — *i* Samenschale; — *mi* innere Haut; — *r* Würzelchen; — *c* Kotyledon; — *g* Knöspchen.

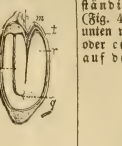
Es ist klar, daß der gegenwändige Embryo sich in einem geraden oder geradläufigen Eichen, der gleichläufige Embryo in einem zurückgebogenen oder gegenläufigen, der doppelläufige Embryo in einem gekrümmten oder krummläufigen Eichen bilden müsse. *

§. 581. Wir haben (§. 539) gesehen, welches die verschiedenen Verhältnisse des Eichens zu dem Fache des Eierstockes, der dasselbe einschließt, seien. Sie konnten durch die Veränderungen modificirt werden, welche das Eichen in seiner Entwicklung erleidet; wenn es aber in den Zustand eines vollkommenen Samenkorns gelangt ist, so kann dieses in seiner Richtung keine andere Verbindungen zeigen, als die, welche die Eichen selbst zeigen: es muß entweder aufrecht (Fig. 459), oder verkehrt, oder hängend sein (Fig. 484), sei es nun nach der nämlichen Richtung mit dem Nabelstrange, oder in umgekehrter Richtung; es kann an seiner Mitte befestigt und auch gekrümmt oder um sich selbst umgeschlagen sein. Die Figuren (433—443), durch welche wir diese verschiedene Stellungen des Eichens deutlich zu machen gesucht haben, lassen sich auf das reife Samenkorn anwenden, so wie die Wörter, durch welche man jene bezeichnet.

§. 582. Aber die Identität der Richtung in Beziehung auf das Fach, die in zwei Samenkörnern beobachtet wurde, welche zu verschiedenen Pflanzen gehören, führt nicht die nämliche Identität für die Embryonen mit sich. So kann z. B. ein aufrechtes Eichen gerade oder zurückgebogen sein, sein Keimloch sich nach oben oder nach unten in dem Fache wenden. Das Würzelchen, welches fast beständig dem Keimloche entspricht, muß in dem ersten Falle gleichfalls nach oben, in dem zweiten nach unten gerichtet sein. Dies zeigt man durch gewisse Beiwörter an, die auf dieses Würzelchen angewandt werden, das man oberständig nennt, wenn es sich nach oben wendet (Fig. 483 er), unterständig, wenn es sich nach unten wendet (Fig. 460), am Bauche befindlich, oder centrical, wenn es sich einwärts richtet, auf dem Rücken befindlich oder centrifugal



483.



484.

* Das Gleichlautende aller dieser Wörter führt leicht eine gewisse Verwirrung mit sich, wenn man nicht ganz vertraut mit denselben ist, und nicht sorgfältig dirimiren, welche sich auf das Eichen beziehen, von denjenigen unterscheidet, die sich auf den Embryo beziehen. Die Verwirrung wird beinahe unentwirrbar, wenn man noch zwei andere Namen annimmt, welche gleichfalls von Richard vorgeschlagen worden sind: nämlich den heterotropo für den Embryo, welcher sich der Richtung des Samenkorns nicht folgt, und orthotropo für denjenigen, welcher zu gleicher Zeit homotrop und geradlinig ist; denn dieser letztere ist der des anatropen Eichens, und demnach muß ganz genau, wenn das Eichen nicht orthotrop ist, der Embryo es sein. Dies hat uns veranlaßt, mit Beibehaltung der Beiwörter gerade, zurückgebogen und krumm, anstatt derer orthotrop, anatrop und kampylotrop vorzuschlagen, welche von Mirbel lange Zeit nachher eingeführt worden, nachdem Richard bereits alle jene andern Wörter mit gleicher Endung angebracht hatte.

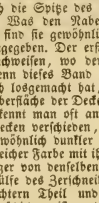
483. Senkrechter Schnitt eines Karpells vom **Ricinus communis** und des Korns, das er umhüllt: — *e* Perikarp; — *l* Fach; — *f* Nabelstrang; — *i* Decken des Samenkorns; über der äußeren steht die Nabelwarze *c*, durch sie geht der kleine Kanal des äußeren Eimundes, welcher nun nicht mehr genau dem inneren Eimunde entspricht, der sich unmittelbar über dem Würzelchen befindet; — *r* Nabel; — *ch* Nabelfleck; — *p* Samenhülle, von welcher man nur den oberen Theil bemerkt; — *e* Embryo mit seinem Würzelchen *er* und seinen Kotyledonen *e*.

484. Der abgesonderte Embryo, der quer durchschnitten ist und dessen beide Hälften ein wenig entfernt worden sind, um die beiden Kotyledonen *e* zu zeigen, die aneinander liegen: — *r* Würzelchen.

(§. 484 r), wenn es sich auswärts richtet. Es ist klar, daß man aus dieser Richtung des Embryo in Verbindung mit der des Samenkorns auf die absolute Richtung des Eichens einen Schluß machen kann; so wie man umgekehrt aus dieser vorherseh̃en konnte, welches später die des Embryo's sein wird. Ein aufrechtes und gerades (oder orthotropes) Eichen zeigt schon im Voraus an, daß der Embryo mit einem oberständigen Würzelchen antitrop sein würde; so wie wenn man dieses in dem reifen Samenkorn antrifft, man mit Sicherheit daraus den Schluß macht, was das Eichen vorher gewesen ist. Da es nicht immer möglich ist, diese Theile in allen ihren Lebensaltern zu beobachten, da der größte Theil der Pflanzen, die wir kennen, die von den Reisenden mitgebracht und in Herbarien aufbewahrt werden, sich auf diese Weise in einem gewissen bestimmten Punkte ihrer Entwicklung, und nicht in mehreren aufeinanderfolgenden Zuständen zeigen, so begreift man die ganze Wichtigkeit dieser Merkmale, wovon immer eines an die Stelle des andern gesetzt werden kann, und welche es erlauben, aus einem derselben einzeln genommenen diejenigen zu errathen, welche ihm vorangegangen sind, oder die, welche auf ihn gefolgt sein würden.

§. 583. Das Keimloch ist an einer gewissen Menge von Samenkörnern z. B. der Iris, der Bohne und anderer Leguminosen, wo es die Gestalt eines kleinen Loches behält, sehr sichtbar. Es verschwindet aber bei einer größeren Anzahl, und um alsdann die Stelle zu bestimmen, wo es hat vorkommen müssen, darf man nur das Korn zerschneiden und nachweisen, wo sich die Spitze des Würzelchens endigt.

Was den Nabel und den Nabelfleck anbetrifft, so sind sie gewöhnlich deutlicher als auf dem Eichen angegeben. Der erste läßt sich leicht durch den Punkt nachweisen, wo der Nabelstrang befestigt ist, oder wenn dieses Band zerrissen ist, und das Samenkorn sich losgemacht hat, durch die Narbe, welche an der Oberfläche der Decken daraus entspringt. Den zweiten erkennt man oft an einer Farbe, die von der dieser Decken verschieden, blasser oder im Gegentheile und gewöhnlich dunkler ist; ist er in andern Fällen von gleicher Farbe mit ihnen, so kann man ihn schon schwieriger von denselben unterscheiden, und zwar nur mit Hülfe des Zerschneidens, das in diesen Decken einen dichtern Theil und ein Gewebe zeigt, das etwas verschieden ist und diesem Nabelflecken entspricht. Ueberdies steht er immer dem Kotyledonen-Endpunkte des Embryo gegenüber; er ist auch in seiner Gestalt verschieden, welche bald linealisch ist, bald und häufiger die, einer mehr oder minder regelmäßig abgerundeten Fläche besitzt, oder endlich eine Gestalt, die zwischen diesen beiden Extremen liegt. Wenn der Nabel unmittelbar auswärts von dem Nabelflecke liegt (in den geraden Samen oder mit antitropischem Embryo), so verschmelzen diese beiden Punkte äußerlich. Entfernt sich der Nabel von dem Nabelflecke, so zeigt sich der Gefäßbüschel, welcher zu dem ersten mit dem Nabelstrange kommt, und sich bei dem zweiten, durch die Decken hindurch endigt, unter diesen, als eine gewöhnlich dunklere Linie oder Streifchen, den wir unter dem Namen Naht (raphe) kennen gelernt haben. Diese Fortsetzung des Nabelstrangs kann als ein Theil von ihm selbst angesehen werden, der sich von dem eigentlichen Nabelstrange dadurch unterscheidet, daß er, anstatt frei zu sein, mit den Decken verwachsen ist. Wenn das Eichen oder das Samenkorn eine umgekehrte Richtung mit dem Nabelstrange haben, wenn



485.

485. Samen der Haselstaude: — *f* Nabelstrang; — *r* Naht; — *c* Nabelfleck; — *n* Nerven, welche in Strahlen von ihr ausgehen und sich beim Aufsteigen in die Decken des Samens verbreiten.

486.

487.

man z. B. ein aufrechtes Eichen auf einem hängenden Nabelstrange (Fig. 438) oder ein hängendes an einem aufrechten Nabelstrange hat (Fig. 437, 486), ist dies etwas anderes als eine freie Naht? Man denke sich dieselbe, wie sie mit dem Samen verwächst, und er wird eine von seinen gewöhnlichsten Richtungen annehmen, er wird hängend und zurückgebogen sein. Die Natur zeigt uns in den verschiedenen Arten der Gattung Zygophyllum alle Uebergänge von dem einen in den andern Zustand (Fig. 487). In der Frucht der Guazuma macht sich zur Zeit der Reife die sehr dicke Naht von dem Samenkorne (*g*) los, welches abfällt, und da sie in Gestalt eines kleinen steifen Fadens, der an den Mutterkuchen befestigt ist, bleibt, so hat sie ganz das Ansehen eines Nabelstrangs. Augenscheinlich wird die Länge der Naht immer nach der Entfernung des Nabels vom Nabelflecke gemessen, so daß sie beinahe nichts in den meisten gekrümmten oder kampylitropischen Samen ist, und daß sie bei den zurückgebogenen oder anatropischen Samen ihren höchsten Grad der Verlängerung erreicht. Sie entspricht fast immer der Bauchfläche des Samenkorns, nämlich der, welche nach dem Mutterkuchen hingewandt ist. Bei einer sehr kleinen Anzahl von Samen folgt sie der entgegengesetzten der Rückenfläche (Fig. 486).

Aus den vorhergehenden Begriffen kann man von dem äußeren Ansehen und von der Bestimmung seiner verschiedenen Punkte, oder Theile des Nabels, des Nabelflecks, des Keimlochs, der Naht auf die Richtung des Embryo, den man nicht sieht, einen Schluß machen, aber das Umgekehrte findet nicht Statt, und wenn auch der Embryo hilft, diese Punkte auf der Decke zu erkennen, so ist er doch nicht hinreichend, weil er in keinen nothwendigen Verbindungen mit dem Nabel steht, dessen Stellung verschieden sein kann.

Wir haben jetzt nur noch einige Erörterungen denen beizufügen, welche wir bereits (§. 557) über die Hüllen des reifen Samens gegeben haben, und bei denen wir sahen, daß die Zahl, welche sich bisweilen auf 3—4, wie bei denen des Eichens, belief, gewöhnlich auf 2 reduzirt werde, eine äußere oder Samenschale, eine innere oder innere Haut (das Endopleura oder die innere Samenhaut Decandolle's). Der Embryo, mag er nun der Samenhülle beraubt sein oder von dieser spätern Bildung umgeben oder begleitet sein, bildet mit oder ohne dieselbe einen Körper, dem man den Namen Mandel gibt; ein Körper, welcher äußerlich mit der inneren Haut überzogen ist, die ihn in allen ihren Umrissen begleitet. Die Samenschale folgt ihm auch bisweilen, und formt sich über der Mandel und dieser dazwischenliegenden Haut ab, was gewöhnlich stattfindet, wenn das Samenkorn gerade oder kaum gekrümmt ist. Schließt sich aber die Krümmung, oder schlägt sie sich um sich selbst um, so legt

486. Verticalschnitt eines Karpells der *Fagonia cretica*: — *p* Perikarp; — *f* Nabelstrang, den man großentheils für eine Naht halten darf, die sich von dem Samen losmachte; — *g* Samen; — *c* Nabelfleck; — *m* Keimloch.

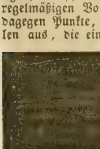
487. Querschnitt eines von den Karpellen von der Frucht der *Guazuma ulmifolia*: — *p* Perikarp; — *g g* Samen. In dem einen ist die Naht *r* noch mit dem Samen verwachsen, in dem andern hat sie sich in Gestalt eines kleinen, freien und in das Innere des Faches hineinragenden Häkchens *r'* von demselben losgewacht.

sich gewöhnlich die innere Haut allein in diese Falte, und die Samenschale geht nur wenig oder gar nicht in dieselbe hinein; bisweilen bildet sie sogar, anstatt sich regelmäßig und auf eine stetige Weise auf der inneren Oberfläche des Gewebes auszudehnen, Runzeln oder zahlreiche Falten, die sich einwärts zurückbiegen und auf diese Weise die ganze Peripherie der Höhlung des Samenkorns mehr oder weniger tief in eine große Anzahl von Fächer theilen. Die Samenhülle, welche eine solche Höhlung auskleidet, wird also auf ihrer Oberfläche und in einer gewissen Dicke durch Runzeln oder Riemen, welche allen diesen Falten entsprechen, gefurcht, und man sagt alsdann, sie sei zernagt (ruminatum), wie in den Anonaceen der Sago-, Areca- und vielen andern Palmenarten.

In andern Fällen aber kann die Samenschale nach außen Verlängerungen bilden, wohin ihr die innere Haut nicht folgt. Dies sind kleine fleischige Auswüchse oder Samenhängsel, welche gewöhnlich das Keimloch umgeben (Fig. 483. c); es sind Falten, Häute oder Flügel, die sich, wie die der Flügelfrüchte, bald von dem einen oder von dem andern Ende ausdehnen, bald von dem Umfange des Samenkorns entweder bloß von einer Seite her oder von seinem ganzen Umfange aus, und zwar eines oder mehrere, ausgehen; man nennt alsdann das Samenkorn geflügelt.

Die innere Haut verdient in den meisten Fällen ihren Namen durch ihr dünnes und biegsames Gewebe; bisweilen verdickt sie sich jedoch, und sogar dergestalt, daß sie eine Schichte Samenhülle zu bilden scheint, welcher ihr nun fleischiges Gewebe, einen mehr oder weniger unwahrnehmbaren Uebergang verschafft. Sie schwillt nicht immer auf eine gleiche Weise so an, sondern sie kann sich nur stellenweise verdicken und behalt in den andern ihre häutige Natur. Gewöhnlich ist sie weißlich oder halbdurchsichtig.

Was die Samenschale anbetrifft, so kann sie das nämliche Aussehen und die nämliche Farbe haben; gewöhnlich unterscheidet sie sich aber durch ihre dunklere Farbe, sowie durch ihr compakteres Gewebe und ihre größere Dicke. Ihre Consistenz ist bisweilen weich, fleischig, bisweilen lederartig, und oft so hart, daß sie sich in einen höheren oder niederern Grade der Consistenz des Holzes nähert; ist sie in einem solchen Falle dünn, so wird sie zerbrechlich. Sie bildet aber häufig eine ziemlich dichte Schichte, die ganz geeignet ist, den in ihr enthaltenen Kern zu schützen und zu erhalten; sie besteht alsdann gewöhnlich aus kleinen Fasern, die quer von außen nach innen laufen, und an einander gedrängt, oft in zwei Schichten geordnet sind: die innere, die aus diesen ausgefaserten Zellen von faserigem Gewebe besteht; die äußere, eine Art von Epidermis, deren Zellen breit und mit weiteren Höhlungen versehen sind, welche bisweilen besondere Stoffe absondern. Die Oberfläche ist glatt, oder sie ist ungleich, und ist mit mannigfaltigen, stumpfen oder spitzigen, regelmäßigen oder unregelmäßigen Vorsprüngen bedeckt, oder höhlt sich dagegen Punkte, kleine Gruben, Runzeln, sogar Zellen aus, die eine Art Netz vorstellen. Sie ist kahl oder mit Haaren von mannigfaltiger Natur bedeckt, die denen ähnlich sind, die wir an andern Theilen gesehen haben; es gibt aber einige, die eine eigenthümliche und auffallende Gestalt haben, und dies sind mehr oder weniger gestreckte, im Innern mit einem Spiralfaden gefütterte Zellen, z. B. in der Hydrocharis, in der Collomia (Fig. 488).



488.

488. Zellen von der äußeren Schichte eines Samenkornes von Collomia grandiflora, sehr vergrößert und im Wasser beobachtet.

§. 585. Wir haben gesagt, daß sich in der äußeren Decke die Samennaht hinziehe. Da nun diese Decke entweder allein oder mit andern, weiter nach innen liegenden verschmolzen, die Samenschale des Samens bildet, so finden wir auch gewöhnlich in der Samenschale die Samennaht wieder, welche bisweilen einer in ihrer Oberfläche ausgehöhlten Rinne, gewöhnlicher aber einem Kanale folgt, der in ihrer Dicke angebracht ist. Der Büschel der Samennaht enfaltet sich gegen den Nabelfleck hin, indem er sich einwärts biegt, und sendet bei seinem Uebergange von der Samenschale in die innere Haut bisweilen Aeste aus, die sich bei ihrem Zurückkehren zu derselben zerstreuen (Fig. 185, n). In der ganzen Ausdehnung, welche diesem Enfalten entspricht, haben sich die zwei Hüllen verdickt, und ihr Gewebe hat sich auf eine mehr oder minder auffallende Weise modifizirt.

§. 586. **Aussaat.** — Die Reife des Samens fällt gewöhnlich mit der Reife der Frucht zusammen. Nun beginnt die Aussaat, d. h. der Akt, durch welchen sich die Samenkörner, die sich von der Pflanze, welche ihnen das Daseyn gab, losgemacht haben, mehr oder weniger weit von derselben zerstreuen, um ihr eigenes Leben zu beginnen. Oft macht sich die Frucht mit ihnen durch die Entgliederung ihres Blütenstieles los; sie fallen, indem die eine noch den andern enthält. Der Nabelstrang entgliedert sich auch in dem Nabelpunkte, und das Samenkorn wird in dem Fache frei. Ist das Perikarp aufspringend, so kommt es aus demselben natürlicherweise durch die Bewegungen heraus, die der vertrockneten Frucht ertheilt sein können, oft sogar durch den Druck der Klappen, die sich bei ihrer Trennung elastisch zusammenziehen; ist es nicht aufspringend, so gebt das Herausdringen später durch das Perikarp vor sich, das nun des Lebens beraubt, sich nach und nach zerlegt und in Stücke zerfällt. Zahlreiche Ursachen begünstigen die Aussaat: die Schwere, welche in dem Verhältnisse wächst, als sich die Adhäsionskraft vermindert; die Erschütterung von Wind und Regen, die Dazwischenkunft der Thiere, welche entweder unwillkürlich oder willkürlich, und um sich damit zu nähren, die Samen forttragen und sogar verscharren, und dann, wenn sie sich mit der Frucht ernährt haben, ereignet es sich oft, daß der Kern, der durch eine holzige und dicke Schale oder Samenhülle geschützt ist, der Verdauung widersteht und der Erde mit den Exkrementen wieder gegeben wird. Gewisse Samenkörner geben sich ganz diesen äußeren Agentien hin, wie z. B. alle Samen, die mit Samenkronen, einer Art Fallschirm, versehen sind, der sie in der Luft trägt und dem Winde gestattet, sie weit fortzuführen.

§. 587. Einige Samenkörner fahren fort zu treiben, ohne sich von der Pflanze abzulösen. An ziemlich hohen Bäumen, z. B. dem Wurzelbaume, verlängert sich das Würzelchen, das die Samenschale und das Perikarp durchbohrt, hinlänglich, um den Boden zu erreichen. Bei den Pflanzen, die auf dem Boden hin wachsen, senkt sich das Samenkorn selbst an dem Ende des Zweiges, den es nicht verlassen hat und welcher es oft sogar darin unterstützt, indem er sich um diese Zeit gegen den Boden hin krümmt, in die Erde, z. B. an dem Trifolium subterraneum.

§. 588. Viele Körner entgehen diesen Wirkungen, vertrocknen in der Luft, verfaulen im Wasser, werden von den Thieren verzehrt; es gibt aber immer eine gewisse Menge, die sich aus der einen oder der andern Ursache auf der Oberfläche des Bodens erhält, oder sich in eine gewisse Tiefe versenkt. Die Natur hat die Erhaltung der Pflanzenarten durch die Menge der Samen, welche sie hervorbringen, gesichert, eine Menge, welche mit der der Individuen, die davon leben sollen, in gar keinem Verhältnisse steht. Man führt in dieser Hinsicht den Mohn als Beispiel an, wo jede Frucht

eine solche Menge von Samen enthält, daß sie hinreichend wäre, um die ganze Oberfläche der Erde in wenigen Jahren mit Mohn zu bedecken, wenn sich alle Samenkorner mehrere auf einander folgende Generationen hindurch entwickeln würden.

§. 589. **Das Keimen.** — Ein gewisser Grad von Wärme und Feuchtigkeit ist für das weitere Leben des Embryo in dem mit oder ohne sein Perikarp frei gewordenen Samenkorne erforderlich. Wir haben (§. 286) gesehen, daß er eine gewisse Menge Sauerstoff und demnach den freien Zutritt der Luft nöthig hat; bei vielen Samen aber, welchen diese Bedingungen abgehen, steht das Leben still, ohne zu erlöschen, und man kann sie auf diese Weise eine lange Reihe von Jahren aufbewahren, wenn man sie gegen Luft und Wasser schützt; daher rührt die Gewohnheit, sie in eine grosse Tiefe in gehörig zubereiteten Gruben zu vergraben. Ihre freiwillige Erhaltung wird häufig in der Natur beobachtet. Die neu urbar gemachten Länder, die Ränder mehr oder weniger tiefen Gräben auf einem lange unberührten Boden, überziehen sich fast immer mit einer neuen Vegetation, die ganz verschieden von derjenigen ist, die man vorhin dort antraf, und sehr oft sieht man daselbst Pflanzen zum Vorschein kommen, die seit langer Zeit aus dem Lande verschwunden waren, von denen man aber doch weiß, daß sie ehemals daselbst gelebt haben. Ihr Erscheinen beweist, daß ihr Samen, der in jener entfernten Zeit verscharrt wurde, sich lebend erhalten habe, lange Zeit dem Zutritte der Luft entzogen, fangen sie an zu treiben, sobald er ihnen gestattet ist.

§. 590. Wir denken uns ein Samenkorn in allen für seine Entwicklung günstigen Bedingungen, und beobachten die neuen Veränderungen, welche dasselbe erleidet. Bald geben sie mit einer ungleichlichen Geschwindigkeit vor sich, bald mit einer außerordentlichen Langsamkeit; die Gartenkresse keimt in einem Tage, während es Pflanzen gibt, welche Jahre brauchen. Zwar sind diese letzteren gewöhnlich mit Decken umgeben, welche sie gegen äußere Einflüsse schützen, und widerstehen selbst lange Zeit ihrer Einwirkung, so daß das eigentliche Keimen erst nach einem langen Zeitraume beginnt.

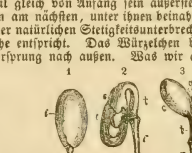
§. 591. Man kann zwei Perioden in dem Keime unterscheiden, eine erste, während welcher der Embryo fortfährt im Inneren des freigewordenen Samenkornes zu wachsen; eine zweite, wo er sich durch die Hüllen dieses Kornes einen Weg gemacht hat, aber noch an demselben hängt, und sich außer demselben entwickelt. Wenn man eine bereits (§. 560) angegebene Vergleichung verfolgt, nämlich die des Samenkorns mit dem der Thiere, so wird man ohne Mühe erkennen, daß die erste Periode den Veränderungen entspricht, welche sich in dem Innern dieses Eies, während des Brütens ergeben, und daß die zweite dem Auskriechen entspreche.

§. 592. Wir wollen zuerst untersuchen, was in der ersten Periode vorgeht. Zwei Fälle können hier stattfinden; der Embryo hat eine Samenhülle oder keine.

Wenn eine Samenhülle da ist, so erweicht sich diese durch die gemeinschaftliche Einwirkung der Wärme und der Feuchtigkeit; ihre chemische Natur ändert sich auf Kosten der Elemente, welche ihr der Sauerstoff der Luft und des Wassers liefert (§. 286, 287); der Embryo, welcher entweder ganz oder mit dem größten Theile seines Umfanges mit ihr in Berührung steht, saugt diese Stoffe ein, welche geschickt geworden sind, ihn in ihrem aufgelösten Zustand zu durchdringen, und ihn durch die so eben erlittenen Modifikationen zu ernähren. So genährt, vergrößert er sich in dem nämlichen Verhältnisse, als die Samenhülle abnimmt, und füllt endlich das ganze Innere des Samenkorns aus, in welchem er anfänglich nur einen mehr oder minder beschränkten Raum einnahm. Jetzt ist die Samenhülle verschwunden, und der Embryo kann sich nicht mehr anders ausdehnen, als durch das Zerreißen der Decken, welche, erweicht, überdies einen immer geringeren Widerstand leisten.

§. 593. Wenn keine Samenhülle da ist, und der Embryo schon im Augenblicke der Aussaat die ganze Höhlung erfüllt, so ist klar, daß das Keimen bedeutend abgekürzt werden müsse, weil seine Theile alsdann schon eine weit größere Entwicklung erhalten haben werden, als in dem vorhergehenden Fall; alsdann bilden gewöhnlich die Kotyledone den größeren Theil der Embryomasse, und man muß bemerken, daß in diesem Falle ihre Natur der der Samenhülle ähnlich ist; es ist eine zellige Masse, deren Zellen mit Stärkemehl angefüllt oder fleischig sind (Bohne, Erbse u. s. w.), und oft Oeltropfchen enthalten (Nuß, Repo u. s. w.); diese Masse spielt in Beziehung auf den übrigen Theil des Embryo die Rolle einer Samenhülle, erleidet Veränderungen, die denjenigen ähnlich sind, welche wir so eben in diesem vorfallen sahen, und liefert auf diese Weise die Nahrung dem Würzelchen und dem Knöspchen, Organen, wohin sich die ganze Stärke der Entwicklung richtet.

§. 594. So gestärkt, sei es nun auf Kosten der Samenhülle oder auf Kosten seiner eigenen Kotyledonen, fährt der Embryo fort zu wachsen, drückt auf seine Decken, welche zerreißen und ihm einen Weg bahnen. Fast immer zeigt sich das Würzelchen zuerst nach außen (Fig. 589, 1), wie man dies auch erwarten mußte, weil gleich von Anfang sein äußerstes Ende den Decken am nächsten, unter ihnen beinahe nackt war, und einer natürlichen Stetigkeitsunterbrechung, dem Keimloche entspricht. Das Würzelchen bildet also einen Vorsprung nach außen. Was wir aber Würzelchen



489.

genannt haben, ist fast ganz von dem Stämmchen gebildet, auf dessen Spitze sich das Knöspchen befindet, das sich nun seinerseits auf diese Weise außen befindet; seine bis jetzt zusammengezogene Achse, die beinahe Null ist, verlängert sich; seine kleinen seitenständigen Lappen, die Ansätze der Blätter, entwickeln sich, und dieses ganze System strebt senkrecht von unten nach oben gegen den Himmel. Bei diesem Keimen aber hat der eigentliche Würzelchentheil, der bis daher bloß auf das äußerste Ende des Würzelchen beschränkt war, selbst angefangen, sich zu verlängern (Fig. 489, 2), und immer in der umgekehrten Richtung, von oben nach unten, gegen den Mittelpunkt der Erde. Der einfache oder doppelte Kotyledon bleibt zurückt mit dem Samenkorne verbunden, bald macht er sich von demselben nicht los und verwelkt mit demselben, bald macht er sich von demselben los und entfaltet sich, nun frei geworden (Fig. 489, 3), in dem Punkte des jungen Stammes

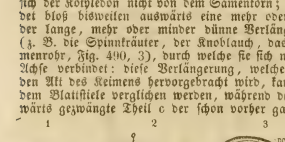
489. Das Keimen eines Kornes von einer dikotyledonischen mit keiner Samenhülle versehenen Pflanze der Acacia julibrissin: — *e* Hülle des Samens; — *r* Würzelchen des Embryo; — *t* Stämmchen; — *c* Kotyledonen; — *g* Knöspchen. — 1 Erste Epoche, wo das Würzelchen sich außen durch die zerrissene Hülle zeigt. — 2. Zweite Epoche, wo die entwickelten und schon sehr unter sich trennlichen Theile sich von der Hülle losgemacht haben, welche indessen noch die Spitze der Kotyledonen enthält. — 3. Dritte Epoche, wo der Embryo ganz von der Hülle befreit ist, und die Kotyledonen aufrecht und getrennt das Knöspchen sehen lassen.

zu einem Blatte, welcher den Theil, der ursprünglich zu dem Würzelchen gehört, von dem trennt, welcher zu dem Knöspchen gehört. Nun fangen alle diese Theile an, unter dem Einflusse der Luft und des Lichtes grün zu werden.

§. 595. Wir wollen jedoch bemerken, daß viele Embryone schon grün im Innern des Kornes vorkommen, mit einer bisweilen blassen oder gelblichen, bisweilen aber auch sehr dunkeln Färbung. Als Beispiele führen wir unter den Samen mit Samenhüllen die der Pfaffenkäpychen, der Kreuzdorne u. s. w. an; unter den Samen ohne Samenhülle die des Pistaziendaumes, des Ahorns und der meisten Cruciferen. In den meisten Fällen ist aber der in dem Samenkorne enthaltene Embryo weißlich, sowie die Samenhülle. Wir können nur die Mispel anführen, wo er grün ist. Die Identität der Farbe zwischen dem Embryo und der Samenhülle, welche im ersten Augenblicke diese beiden Körper in eine einzige Masse verschmilzt, macht ihre Beobachtung weniger leicht. Man kann ihrer Unterscheidung dadurch nachhelfen, daß man den durchschnittenen Samen in kochendes Wasser taucht, das ganz verschieden auf die zwei verschiedenen Gewebe wirkt, und das Weiße des einen von dem nicht so matten Weiße des anderen abstechen läßt.

§. 596. Wir wollen noch einige Punkte über die Verschiedenheiten erörtern, welche wir noch mit zwischen den Keimen der Monokotyledonen und dem der Dikotyledonen angegeben haben.

Die ersteren haben meistentheils eine sehr beträchtliche Samenhülle, und in allen diesen trennt sich der Kotyledon nicht von dem Samenkorn; er bildet bloß bisweilen auswärts eine mehr oder minder lange, mehr oder minder dünne Verlängerung (z. B. die Spinnkräuter, der Knoblauch, das Blumenrohr, Zig. 490, 3), durch welche sie sich mit der Achse verbindet: diese Verlängerung, welche durch den Akt des Keimens hervorgebracht wird, kann mit dem Blattstiele verglichen werden, während der einwärts gewandte Theil c der schon vorher ganz ge-



bildete kotyledonische Saum ist. Bisweilen ist er auf der Achse sitzend, die alsdann unmittelbar die Tangente vom Samenkorne ist. In allen Fällen hat die Scheide, welche das Knöspchen umgibt, und welche auf dem Embryo eine kleine, seitenständige Falte bezeichnet (Zig. 490, 2, f), dieses Knöspchen nach außen begleitet, und fährt fort, dasselbe in seiner aufsteigenden Richtung zu begleiten, indem es sich mit demselben verlängert. Seine Spalte drückt sich immer deutlicher aus, und ihre beiden Lippen, welche sich von einander entfernen, lassen die ersten Blätter durchgehen (Zig. 490, 3, g), sodann die Achse, welche sie trägt. Der Kotyledon zeigt uns also in seiner Entwicklung ganz die nämlichen Phasen, wie das Blatt, zuerst bildet sich der Saum, sodann die Scheide, sodann bisweilen ein Blattstiel, welcher beide trennt. Der einzige Unterschied besteht darin, daß bei dem Kotyledon der Saum in seiner Entwicklung stehen bleibt, eingeengt von den Körpern des Samenkorns, das ihn zu verschließen fortfährt, und gerade dadurch eine Richtung erhält, die von der seiner Scheide verschieden ist, welche einige Zeit lang stetig und wächst.

Bei der geringen Anzahl von monokotyledonischen Samenkörnern, welche keine Samenhülle haben, den Aliismaceen, Potameen u. s. w., geben die Sachen nicht ganz so vor, der Kotyledon macht sich gewöhnlich von seinen Decken los und erhebt sich senkrecht mit dem Knöspchen (Zig. 79). Wir haben schon (§. 111) von der besonderen Entwicklungsweise der sogenannten scheidenwurzligen Wurzeln gesprochen, und es ist überflüssig, hier wieder darauf zurückzukommen.

§. 597. Was die dikotyledonischen Embryonen anbetrifft, so bleiben ihre Kotyledone auch bisweilen in das Samenkorn eingezwängt, oder sind sogar auch mehr oder weniger unter sich verwachsen, und alsdann muß das Hervorbrechen des Knöspchens einige Aehnlichkeit mit dem der Monokotyledonen zeigen, eine übrigens nur scheinbare Aehnlichkeit, weil hier das Knöspchen aus dem Zwischenraume der Kotyledonen und ihrer Grundfläche, und nicht aus dem Innern einer Scheide hervorkommt. In den meisten Fällen entfernen sich die beiden Kotyledonen von einander, und das Knöspchen verlängert sich frei in seiner Richtung, während das nachwurzlige Würzelchen (§. 111) in der seinigen fortfährt.

§. 598. Die Kotyledonen bleiben bisweilen unter der Erde verborgen (Arachis), und heißen **unterirdisch**. Gewöhnlich erheben sie sich mehr oder weniger hoch über die Oberfläche derselben, je nachdem das Stämmchen sich mehr oder weniger verlängert über die Erde, und heißen alsdann **oberirdisch**.

§. 599. Die Kotyledonen haben fortgefahren, während sie sich selbst nach und nach erschöpften, der jungen Pflanze ihre Nahrung zu liefern, welche sie nun unmittelbar aus dem Boden zu nehmen anfängt. Sie verwelken und fallen ab, das Keimen ist vollendet, und die Pflanze, welche von jetzt an durch sich selbst lebt, beginnt nun wieder diese Reihe von Akten, welche wir so vollständig als möglich kennen zu lernen gesucht haben. Wir haben auf diese Weise den ganzen Kreis der Vegetation durchlaufen und sind bei unserem Ausgangspunkte wieder angelangt.

§. 600. **Sporen der Akotyledoneen.** — Wir haben aber von dem Eierstocke, welcher später zur Frucht wird, von den Eichen, welches später Samenkorn wird, nur bei den Phanärogamen gesprochen, bei denen, wo eine offenbare Befruchtung durch Vermittlung einer Röhre, welche von dem Pollen, oder von dem wesentlichen Theile des Staubgefäßes ausgeht, auf den Kern oder dem wesentlichen Theile des Pistills stattfindet, zwei Arten von Organen von ganz verschiedener Natur, welche wir kennen gelernt haben. Da das Resultat dieser Befruchtung die Erzeugung eines Embryo ist, welcher, wenn man einige außerordentlich seltene Ausnahmen unberücksichtigt läßt, mit einem oder mit mehreren Blättern von einem besonderen Bau, oder mit Kotyledonen versehen ist, so gibt man diesen Pflanzen gleichfalls den Namen kotyledonischer Pflanzen.

Wir wissen, daß es noch andere gibt, bei denen

490. Keimen einer monokotyledonischen Pflanze, der Canna indica. Man hat das Korn geschnitten, um die Verhältnisse der Samenhülle zu zeigen, welche fusseförmig abnimmt, während sich der Embryo vergrößert: — *a* Hülle des Samenkorns; — *b* oberer Theil, der sich wie ein Deckel loslmacht, um dem Würzelchen einen Weg zu machen; — *p* Samenhülle; — *c* Kotyledon; — *r* Würzelchen; — *r'* Nebenwürzelchen; — *co* Würzelscheide; — *f* Spalte, die dem Knöspchen entspricht, und später die Oeffnung einer verlängerten Scheide *e* bildet; — *pe* verengter Theil des Kotyledon, der seinem blattstielständigen Theile entspricht und zwischen seinem erweiterten Theile *e* (der dem Saumtheile entspricht) und seinem Scheidetheile *o* liegt; — *t* Stämmchen; — *g* Knöspchen. — 1. Erste Zeit, wo das Würzelchen anfängt, sich außen durch die Decken zu zeigen; — 2. zweite Zeit, wo die Spalte *f* sich auch außen zeigt. Das dicke Würzelchen *r* hat die Epidermis durchbrochen, womit es umgeben ist, und die sich an seiner Grundfläche in Gestalt eines kleinen gezackten Kragens oder Würzelscheide zeigt. Man sieht schon einen der Nebenwürzelchen *r'*, das selbst schon eine Würzelscheide hat; — 3. dritte Zeit, wo alle diese Theile entwickelter sind, und wo das Knöspchen *g* einen Vorsprung außerhalb der Spalte bildet, deren Umrisse sich zu einer Scheide *e* verlängert haben.

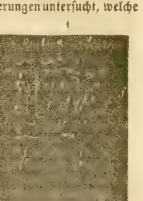
man diese zwei Arten von Organe, deren gegenseitige Wirkung das Entstehen wiedererzeugender Körper hervorbringt, nicht wahrnimmt, welche bei diesen Pflanzen nur eine kleine homogene Masse, ohne Unterscheidung der Theile, demnach ohne Kotyledone zeigen, daher rührt der Name kryptogamische oder akotyledonische Pflanzen, den man ihnen ohne Unterschied gibt. Wir haben schon an denselben einige Aehnlichkeit mit den Staubgefäßen gesucht (§. 470) und haben gesehen, daß die Körper, welche man dafür gehalten und Antheridien genannt hat, von den ächten Antheren vollständig und wesentlich verschieden sind, und daß man an denselben keinen Pollen, nicht einmal Befruchtungsstoff bemerkt. Wir wollen jetzt suchen, ob man auf der andern Seite bei den Kryptogamen einen Körper findet, der das Analoge von dem Eierstocke oder wenigstens von dem Eichen ist.

§. 601. Viele Schriftsteller haben es an denselben zu finden geglaubt. Da die Moose und die Lebermoose unter diesen Pflanzen diejenigen sind, bei denen die Aehnlichkeit am wenigsten zu bestreiten ist, so wollen wir mit diesen den Anfang machen.

Bei den Lebermoosen, bei der Dicke des Gewebes sogar, dessen Erweiterung die Pflanze bildet (Riccia), oder an ihrer Oberfläche, oder auf anderen Erweiterungen, die sich durch ihre Gestalt und ihre Lage von einander unterscheiden (Marchantia), bei den Moosen, an dem Ende der Zweige oder an der Achse der Blätter bemerkt man kleine hohle Körper, deren Gestalt (Fig. 491) am besten mit der einer Flasche verglichen werden können. Die Wände dieser Körper bestehen aus einer Zellenschichte, und ihre Höhlung füllt ein Haufen von Körnern an, welche man Sporen nennt (von σπορα, Samen) und wovon sich jedes in eine kleine Pflanze entwickelt, welche derjenigen ähnlich ist, aus welcher sie entstanden sind. Diese Sporen sind also das Analoge der Samenkörner und es war natürlich, den Körper, welcher sie enthält und welchen man Sporenbehälter oder Sporangie (sporangium, von αγγειον, Gefäß) nennt, mit einem Eierstocke, den Hals, der auf diesem Körper steht, mit einem Griffel zu vergleichen. Dieser verhält sich wie ein ächter Griffel, denn er welkt in dem Verhältnisse, als sich die Sporen ihrer Reife nähern, und er ist fast ganz verschwunden, wenn die Reife dieser kleinen Frucht vollständig ist.

491. 492.

§. 602. Verfolgt man aber die Vergleichung strenge, so zeigt sie neben diesen Aehnlichkeitspunkten sehr bedeutende Verschiedenheiten. Die Sporen sind frei in der Höhle, welche sie enthält, und setzen sich zu keiner Zeit mit ihren Wänden fort. Um zu keimen, entwickeln sie sich unmittelbar, indem sie sich an einem Punkte ihres Umfangs verlängern und öffnen sich nicht, um einen neuen in ihrem Innern gebildeten Körper einen Weg zu machen. Man könnte sie also mit nackten Embryonen vergleichen, auf keine Weise aber mit Samenkörnern; überdies findet man in ihrem Baue durchaus nichts, was an den complicirten Bau der Eichen erinnert, an jene Verbindung von ineinandergesteckten Säckchen, aus deren Innerstem endlich der Embryo erscheint. Es sind einfache Zellen, welche unter einer einzigen oder doppelten Haut eine flüssige Materie von öliger Consistenz enthalten. Wenn man die verschiedenen Veränderungen untersucht, welche sie erleiden, bevor sie in diesen Zustand gelangen, und wenn man aufmerksam alle Phasen ihrer Bildung verfolgt, so sieht man, daß im Anfange der angebliche Eierstock keine Höhlung im Inneren aber eine steitge Zellenmasse hat, daß später die Zellen, welche bei den Lebermoosen im Mittelpunkte, bei den Moosen um den Mittelpunkte herumliegen, eine weit größere Entwicklung haben, als die äußeren Zellen, daß diese so entwickelten Zellen sich mit einer halbflüssigen und körnigen Materie anfüllen;



493.

daß diese anfangs zerstreuten, sodann zusammengefilmperten Körnchen sich endlich in vier kleine abgesonderte Massen zertheilen (Fig. 493) und daß sich endlich jede dieser kleinen Massen zu einem von jenen Körnern organisirt, von denen wir gesprochen haben, daß zu gleicher Zeit die Zelle, in der sie sich gebildet haben, nach und nach eingesogen wird und auf diese Weise wie alle ähnlichen Zellen verschwindet, so daß alle Sporen frei in einer gemeinschaftlichen Höhlung schwimmen, deren Wand die äußeren und verschiedenen Zellen bilden. Dieser Zellensack, welcher eine Menge freier Zellen einbüllt, zeigt uns also nicht die Kennzeichen, welche wir bei dem Eierstocke der Phanärogamen beschrieben haben, und eben so wenig, als diese Zellen, welche zu vieren in anderen Mutterzellen gebildet sind, uns die Kennzeichen der Eichen liefern; eine andere Aehnlichkeit wird aber auffallen, nämlich die, welche diese ganze Bildung der Sporen und des sporenhaltigen Sackes mit der des Pollen und der Antheren hat, wenn man sich ihrer noch erinnert (§. 453).

§. 603. Bei einer anderen Familie der Kryptogamen, bei der der Rhizokarpeen (bei den Pillenfarren und der Wasserlinse) findet man den Anschein ächter Früchte, welche Körper tragen, die an ihrer Wand befestigt sind. Diese Körper sind aber selbst wieder Zellensäcke voll Sporen, deren Bildung in ihren aufeinander folgenden Phasen alle die so eben beschriebenen Veränderungen zeigt. Bei den Farrenkräutern findet man unter den Blättern, bei den Lykopodiaceen an ihrer Grundstäche, kleine Säcke, die bei den ersten auf mannigfaltige Weise gruppirt, bei den zweiten einzeln, bei beiden aber mit freien Sporen angefüllt sind, die sich abermals auf die nämliche Weise gebildet haben. Diese Säcke haben eine noch weit weniger ähnliche Gestalt mit einem Eierstocke und besitzen auch durchaus nicht jene Verlängerungen, die man bei den Moosen und Lebermoosen mit dem

491. Sporangie von der Marchantia polymorpha: — o untere hohle Wölbung, welche die Poren enthält und mit einem Eierstocke verglichen wurde; — t obere halsförmige Verengung, die man mit dem Griffel vergleicht; — s gipfelständige Erweiterung, die man mit der Narbe vergleicht; s zellige Röhre, welche die Sporangie wie einen Kelch umgibt.

492. Sporen der Marchantia polymorpha in einem vorangerückteren Keime bei beiden.

493. 1. Senkrechter Schnitt des Laubes f von der Riccia glauca und der Sporangie o, welche in seiner Dicke eingetieft ist: — s Verengung oder Griffel, durch welchen die Sporangie mit außen in Verbindung steht; — t ihre Höhlung oder Fach; — s junge Sporen, die noch zu vieren in den Mutterzellen vereinigt sind; — r wurzelartig verlängerte Zelle. — 2. Eine von den Zellen noch mehr vergrößert, mit den vier Sporen. Man bemerkt drei, unter welchen die vierte verborgen ist.

Griffel verglichen hat. Bei gewissen Farrenkräutern und bei den Lykopoden hingegen sehen sie vielmehr den Antheren ähnlich.

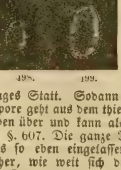
§. 604. Indem wir zu den Pflanzen herabsteigen, welche weder Stengel noch Blätter mehr haben, so sehen wir, wie sich die vorhergehende Einrichtung noch mehr vereinfacht; man findet immer freie Sporen in einer Höhlung; aber diese Höhlung scheint nichts anderes mehr zu sein, als die der Mutterzelle selber, welche geblieben ist, anstatt durch Einsaugen zu verschwinden, und deren Wand, welche alsdann den Namen Büchse annimmt (Fig. 494), die des sporenhaltigen Sackes bildet. Eine

494. 495.

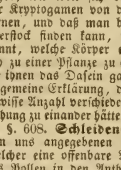
baldflüssige und körnige Masse, füllt ihn anfänglich aus und trennt sich endlich in eine gewisse Menge Sporen; diese allein liegen übereinander, anstatt nebeneinander zu liegen, und bisweilen findet man sie mit ihren Enden (Fig. 495) zu zweien oder zu vieren, oder durch ein noch höheres Vielfaches von zwei verwachsen, so daß jede Büchse entweder mehrere einzelne Sporen oder mehrere Reihen von Sporen enthält, die selbst wieder in einer anderen Hülle oder gemeinschaftlichen Büchse stecken. Diese Büchsen sind einander gruppenweise, entweder an der Oberfläche der Ausdehnung, welche die Pflanze bildet, oder an ihrer Dicke genähert. Diss bemerkt man an den Flechten und auch an einigen Pilzen. Unter diesen letzten aber finden wir viele andere, wo die Sporen endlich in einer oder mehreren inneren Höhlungen durch das Einsaugen der Zellen frei werden, in welchen sie sich anfänglich entweder oft zu vieren, oder in einer größeren Anzahl verwachsen, oder nur eine auf jede Zelle gebildet haben.

§. 605. Die Sporen zeigen sich auf ganz gleiche Weise, entweder zu vieren oder einzeln in den Altermoosen, wo die Mutterzellen, welche fortfahren, sie zu enthalten, in der Dicke des Gewebes zerstreut, oder an gewissen abgesonderten oder hervorspringenden Stellen, entweder auf der Oberfläche oder in Höhlungen, welche sich auf dieser Oberfläche öffnen, gruppirt sind. Je einfacher aber der Bau dieser Pflanzen wird, desto weniger trachten die sporenhaltigen Zellen darnach, sich von den andern, welche den übrigen Theil des Gewebes bilden, zu unterscheiden, so daß man endlich zu Pflanzen gelangt, bei welchen jede Zelle Körnchen enthält, die geeignet sind, sie wieder hervorzubringen, und daß sich die Organe der Reproduktion auf diese Weise mit denen der Vegetation verschmelzen.

§. 606. Eine sehr merkwürdige Erscheinung bei den Sporen dieser einfachsten Pflanzen ist die Bewegung, die sie zu einer gewissen Zeit ihres Daseins haben, nämlich derjenigen, die unmittelbar auf ihren Austritt aus der Mutterzelle folgt. Diese Bewegungen lassen sich vollkommen mit denen der sogenannten Infusionsthierchen vergleichen, und in der neuesten Zeit hat man entdeckt, daß sie vermittelst ähnlicher Organe, schwingender Wimpern, d. h. kleiner Fäden, die aus einem Theile des Körpers hervorkommen und sich in dem Wasser nach Art der Flossen bewegen, hervorgebracht werden. Wir haben schon zwei von diesen Wimpern an dem Ende der Faser abgebildet, welche das Thierchen von der Antheridie der Chara (Fig. 353) bildet. Thurel, dem man diese Beobachtung verdankt, hat solche auch in den Sporen gewisser Süßwasser-Altermoose entdeckt: zwei, welche an einem der Endpunkte in der Spore der Wasserfäden (Fig. 496);



496. 497.



498. 499.

vier in der der Chætophora (Fig. 497); einen vollständigen Kreis in der der Prototheren (Fig. 498), und endlich eine ganze Menge, die auf der ganzen Oberfläche der Vaucheria (Fig. 499) zerstreut sind. Diese Fähigkeit der Ortsveränderung ist vorübergehend und hat, was eine weitere gleichfalls merkwürdige Beobachtung ist, nur gegen die ersten Stunden des Tages Statt. Sodann hört die Bewegung auf, die Spore geht aus dem thierischen Leben in das Pflanzenleben über und kann alsdann zu keimen anfangen.

§. 607. Die ganze Ausführlichkeit, in welche wir uns so eben eingelassen haben, zeigt immer deutlicher, wie weit sich die wiedererzeugenden Organe der Kryptogamen von denen der Phanärogamen entfernen, und daß man bei den ersten nur dann einen Eierstock finden kann, wenn man so jede Höhlung nennt, welche Körper enthält, die im Stande sind, sich zu einer Pflanze zu entwickeln, welche derjenigen, die ihnen das Dasein gab, ähnlich ist; dies ist eine so allgemeine Erklärung, daß man genöthigt wäre, eine gewisse Anzahl verschiedener Theile, die auch keine Beziehung zu einander hätten, unter derselben zu begreifen.

§. 608. **Schleidens Theorie.** — Der so eben von uns angegebenen Geschichte der Sporen, aus welcher eine offenbare Aehnlichkeit mit der Bildung des Pollen in den Antheren der Phanärogamen hervorgeht, sollte die Auffüllung einer Theorie vorangehen, welche einen Theil ihrer Beweise von ihr entlehnt und welche vor Kurzem in Deutschland erschienen ist, und auf der einen Seite von Schleiden, auf der andern von Endlicher vorgetragen wurde. Man kennt sie gewöhnlich unter dem Namen des Erstern, dessen Schriften früher und weit vollständiger, und mit Beobachtungen und zahlreichen Figuren unterstützt sind. Jedoch finden wir in einem französischen Schriftsteller den lange vergessenen Keim davon. Geoffroy schloß gleich zu Anfang des 18. Jahrhunderts in einer Denkschrift über den Bau und den Gebrauch der vorzüglichsten Theile der Blüte, in welcher man schon sehr richtige Ansichten über den Pollen und das Samenkorn, nebst der Angabe des Keimlochs und seiner Bestimmung findet, daß der Blütenstaub der erste Keim der Pflanzen sei, welcher zu seiner Entwicklung des Saftes bedürfe, den er in den Samenkörnern antreffe, wie die Thiere das Ei nöthig haben, um auf die Welt zu kommen. Er zeigte, indem er sein Beispiel aus den Leguminosen nahm, daß man vor der Ausstreuung des Pollen an dem Samenkorne nichts anderes wahrnehme, als seine Hülle oder Schale; daß man aber nach der Ausstreuung in seinem Inneren einen kleinen Punkt oder Kügelchen wahrzunehmen anfange, das sich unmerklich vergrößere, indem es die Flüssigkeit verbrauche, womit sich dieses Innere angefüllt hat. Er gab das Keimloch als diejenige Oeffnung an, durch welche die Einführung jenes kleinen neuen Körpers des Embryo stattfinden mußte, und zeigte schon die constante Richtung des Würzelchens gegen diese Oeffnung hin an, durch welche es später bei dem Keimen herauskommen werde. Er nahm an, daß es ein ganzes Pollenkorn sei, welches auf diese Weise in das Samenkorn eindringe, um sich darin als Embryo zu entwickeln.

Wir haben gesehen, daß diese letztere Voraussetzung falsch ist, daß das Pollenkorn auf der Narbe sitzen bleibe, und daß die Röhre, welche sich durch die Verlängerungen einer ihrer Häute bildet, sich durch den Griffel bis zu dem Kern des Eichens hinabzieht und den Befruchtungsstoff, oder die in dem Innern des Kornes enthaltene Substanz dahin trägt.

494. Büchse der Solorina saccata, welche acht paarweise verwachsene Sporen enthält. — 495. Zwei von den vorhergehenden Paaren noch mehr vergrößert.

§. 609. Schleiden geht noch weiter; er sagt, daß das Ende der Röhre, in die Embryohöhlung hineindringe und die Haut, welche den Gipfel des Kerns bildet, vor sich herstoße, daß dieser Theil, der auf diese Weise in eine kleine Tasche zurückgebogen Haut das Embryobläschen bilde; daß die, in dem Ende der Röhre enthaltene Materie den Embryo bilde, und daß der übrige Theil, welcher mit eingedrungen ist, den Anhänger ausmache. Bei diesem Systeme würde also das Eichen dem Embryo nur das Mittel, worin er sich entwickelt, und die zu dieser Entwicklung nöthige Nahrung reichen; eine Nahrung, die seiner Natur angepaßt ist und die er sonst nirgends findet. Auf diese Weise erklärt Schleiden leicht das ziemlich häufige Vorkommen mehrerer Embryonen in einem einzigen Samenkorne, wie man dies z. B. fast beständig in dem des Pomeranzenbaumes gefunden hat; weil sich mehrere Röhren zu gleicher Zeit in das nämliche Eichen begeben haben. Die kryptogamischen Pflanzen würden sich also von den phanérogamischen Pflanzen dadurch unterscheiden, daß ihre Sporen, ächte Pollenkörner, im Stande sind, zu dem vollkommenen Zustande an dem Platze selbst zu gelangen, wo sie sich gebildet haben, und nicht nöthig haben, um die keimende Kraft zu erlangen, durch einen vorbereitenden Aufenthalt in einem Eichen modificirt zu werden.

Die Beobachtung dieser Thatsachen ist schwierig, denn sie finden an unendlich kleinen Statt, und der gewöhnliche Mangel an Durchsichtigkeit um das Keimlock und die Spitze des Kerns herum, erlaubt es nur sehr schwer, nachzuweisen, ob der kleine Körper, den man an der Spitze der Embryohöhlung hängen sieht, wirklich die Fortsetzung der Röhre ist, die man in die Oeffnung der Decken des Eichens hineingehen sieht. Der Verfasser gibt indessen gewisse Eichen, z. B. die der Orchideen an, welche von diesem Nachtheile frei sind und sich zu dieser Beobachtung sehr deutlich hergeben.

§. 610. Auf der andern Seite meinen Mirbel und Bronguiart, daß sie sich mehrere Male von dem Dasein des Embryobläschens mit dem noch ungebildeten Embryo, den es vor der Ankunft der Pollenröhre enthält, überzeugt haben. Das äußerste Ende von dieser würde ihn also nicht liefern, sondern ihn schon ganz vorbereitet antreffen und nur dazu dienen, ihm die Lebenserregung zu geben, durch deren Wirkung er sich entwickelt.

Der Einwurf wäre noch stärker, wenn man Samenkorner anträfe, welche sich ohne die Mitwirkung der Antheren entwickelten. Man hat mehr als einmal geglaubt, solche zu finden, die sich in diesem Falle befanden, aber fast immer erkannte man endlich neben dem befruchteten Eierstock, zwar unausgebildete Antheren, die auf einige Pollenkörner reduzirt waren, deren Gegenwart aber doch hinreichte, um das Phänomen auf seine gewöhnlichen Bedingungen zurückzuführen. Eine Gattung von den Euphorbiaceen, die Coelebogyne, die erst neuerdings beschrieben, aber seit mehreren Jahren in den Treibhausern Englands gezogen wird, hat daselbst mehrere Male Früchte getragen und ihre Samenkorner waren augenscheinlich vollkommen, weil man an denselben nicht bloß einen ganz ausgebildeten Embryo bemerkt, sondern weil sich dieser Embryo bei dem Aussäen zu einer ähnlichen Pflanze entwickelt hat. Nun sind die Blüten zweihäufig; man kennt und besitzt keine männlichen Pflanzen, und die sorgfältigsten Untersuchungen, welche von den besten Beobachtern angestellt wurden, haben bis jetzt noch nicht die geringste Spur von Antheren, oder nur von Pollen entdecken lassen. Der Embryo kam also nicht von diesem Pollen, welcher gänzlich fehlt: er mußte sich also ganz in dem Eichen entwickeln.

§. 611. Wie dem nun auch sei, so bleibt dieser letzte Umstand und die von demselben Range, die man etwa noch anführen könnte, bis jetzt unerklärlich, weil ja der Pollen, wenn man auch annimmt, daß er den Embryo nicht unmittelbar liefere, immer wenigstens mittelbar nothwendig ist, um ihn in den Phanérogamen ins Leben zu rufen. Diese Nothwendigkeit wird durch eine Menge Versuche, wovon einige schon in dem Alterthume bekannt waren, bewiesen; man wußte schon damals, daß man, wenn der Dattelbaum Datteln tragen solle, die Stämme dieser Bäume, welche nur Eierstöcke tragen, in die Nähe der Stämme bringen müsse, welche nur Staubgefäße tragen, und man wußte sogar den Mangel der Annäherung dadurch zu ersetzen, daß man über die ersteren den Blumenstaub der männlichen Blüten ausschüttelte, welcher von den entfernten Bäumen gesammelt und zu diesem Ende herbeigeschafft worden war. Wenn man bei allen zweihäufigen Pflanzen die Stöcke wegschafft, welche Staubgefäße tragen, so entwickeln sich die Eierstöcke der andern nicht; bei den einhäufigen bemerkt man das nämliche Resultat, wenn man vor dem Entfalten alle Blüten mit Staubgefäßen sorgfältig abschneidet.

In der Natur begünstigen die Winde die Insekten und viele andere Agentien das Fortschaffen des Pollen; in unseren Gewächshäusern aber, welche gegen Winde und Insekten geschützt sind, findet diese Fortschaffung nicht von selbst Statt, und in diesem Falle tragen die Gärtner Sorge, sie zu ergänzen, indem sie selbst den Pollen auf die Narbe bringen: und seitdem man diese Vorsichtsmaßregel anwendet, sieht man viele Pflanzen, namentlich aus den Orchideen, Früchte ansetzen, welche zwar wohl früher blühten, aber keine Frucht trugen.

§. 612. Ein neuer, ebenso entscheidender Beweis von der Pflanzenbefruchtung ist das Dasein der durch Kreuzung erzeugten Pflanzen. Man hat nämlich bemerkt, daß der Pollen einer Pflanze gewöhnlich nur dazu geschickt ist, die Eierstöcke aller Pflanzen derselben Art zu befruchten, daß sich jedoch diese Fähigkeit auch auf die der sehr verwandten Arten beziehe. Wenn zwei nicht identische Arten auf diese Weise durcheinander befruchtet werden, so gibt das Samenkorn, welches aus dieser Befruchtung entspringt, eine Pflanze, welche weder der einen noch der anderen vollkommen gleicht, sondern einige Züge von beiden zugleich hat, dies nennt man eine Bastardpflanze. Diese Mischung von Kennzeichen, wovon die einen der Pflanze gehören, welche das Staubgefäß geliefert hat, die anderen der Pflanze, welche das Eichen lieferte, beweist, daß eine Wirkung von beiden zugleich stattfindet, und untergräbt die Lehren, welche die Befruchtung geläugnet haben, indem sie die Erregung und die Entwicklung des Embryo durch Theorien zu erklären suchen, welche hier anzuführen zu lang wären, und in welchen man sich die Bestimmung dieser so complicirten und so zarten Apparate, welche wir kennen zu lernen gesucht haben, und die Reihenfolge der Akte, deren Erfüllung sie beschützen und verschern, nicht mehr erklären könnten.

Honiggefäße (Nektarien).

§. 613. Man findet in vielen Blüten Theile, welche nicht den Bau und die Gestalt von denen haben, mit deren Untersuchung wir uns beschäftigten, mit den Kelchblättern, Blumenblättern, Staubgefäßen, Karpellen; man nennt sie accessorische Theile. Wir haben uns schon (§. 387) damit abgegeben, und haben gefunden, daß es oft einige von jenen andern wesentlichen Theilen sind, welche durch Ausartungen und Verwandlungen entstellt sind, daß es aber doch noch unter dieser Entstellung möglich war, sie nach der Lage, welche sie in der Blüte einnehmen, und nach ihrem Stellungsverhältnisse mit den benachbarten Quirlen zu bestimmen: wenn sie mit den Theilen dieser Quirle wechsel-

ständig sind, so sind es verwandelte Organe; sind sie ihnen gegenständig, so sind es bloße Spaltungen (§. 377). Die Staubgefäße besonders sind diesen Verwandlungen unterworfen und vervielfältigen die Zahl dieser accessorischen Theile.

Diese zeigen sich unter sehr mannigfaltigen Gestalten, unter der Gestalt von Fäden, Riemen, grünen oder farbigen, dicken oder häutigen Platten und Schuppen. Daher beschreibt man sie oft mit den verschiedenen Namen, welche ihr Aussehen angibt. Sehr häufig nehmen sie aber die Gestalt von Drüsen an, und alsdann üben sie mehr oder weniger deutlich die Verrichtungen derselben aus, indem sie der Sitz einer Absonderung sind, deren honigartiges Erzeugniß den Namen Honigsaft (Nektar) erhalten hat. Daher rührt denn auch der Name Honiggefäße oder Nektarien, womit viele Schriftsteller dieselben bezeichnen. Und da ihre Aehnlichkeit mit den accessorischen Theilen von einem anderen Baue unbestreitbar ist, so hat man oft mit Linné den Namen Nektarium auf alle diese ausgedehnt, selbst wenn sie durchaus keine honigsaftführende Organe sind.

Auf einer andern Seite aber werden diese nämlichen Absonderungen auf irgend einem Punkte der Organe der Blüte, die übrigens vollkommen ausgebildet sind, auf ächten Blumenblättern oder ächten Staubgefäßen angetroffen, und Linné nennt auch die Sitze dieser Absonderungen Nektarien, so daß man, mit der Annahme seiner Terminologie sich dahin gebracht sieht, die nämliche Benennung auf Theile anzuwenden, die in gar keinem Verhältnisse zu einander stehen, z. B. auf irgend einen drüsigen Theil von einem Blumenblatte, weil er absondert, und auf das Ganze von irgend einem Faden oder irgend einer Schuppe, obgleich sie nicht absondern.

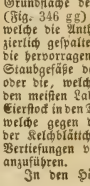
§. 614. Es scheint also vorzüglicher zu sein, sich an die Etymologie derselben zu halten, und den Namen Nektarien für die Punkte an der Blüte aufzusparen, wo sich diese Bildung des Nektars zeigt, mag auch ihre Stellung und ihr Ursprung sein, welcher er will; in diesem engeren Sinne werden sie von den meisten Schriftstellern und von Linné selbst genommen, welcher sagte: Nectarium, pars mellifera flori propria.

Die Bildung dieser zuckerhaltigen Ausschwitzung kommt sehr häufig in den Blüten vor, wo sie die Bienen sammeln, um ihren Honig daraus zu bereiten, das Zuströmen des Honigs scheint wirklich für die Entwicklung der Blütetheile nothwendig zu sein, und wenn er sich in vielen andern Theilen der Pflanzen bildet, so scheint er doch vorzüglich nach den Blüten hin zu streben. So hat man z. B. erst kürzlich bemerkt, daß der Saft des Mais eine sehr große Menge Zucker enthält, aber bloß vor der Blütezeit. Später ist er fast ganz in die Blüten übergegangen, und aus dem übrigen Theile der Pflanze verschwunden.

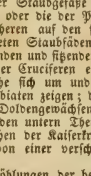
§. 615. Wir wissen, daß diese modifizirten Blätter, welche die verschiedenen Theile der Blüte bilden, in ihrem Bau fast abstechende Verschiedenheiten mit dem Bau der eigentlichen Blätter zeigen. Diese Verschiedenheiten erscheinen nicht bloß in ihrem eigenen Gewebe, sondern in der Oberfläche selbst, aus welcher sie entstehen, und welche den ganzen Boden der Blüte oder den Torus bildet (§. 372); eine Fläche, welche anstatt einer Rinde zu gleichen, sich oft mit einer mehr oder minder dichten, drüsigen Schichte besonders stellenweise überzieht; nun sieht man häufig von der Grundfläche der Organe diese Verdickungen, und wenn das Organ fehl schlägt, so kann die Verdickung darum nicht weniger bleiben, oder sogar sich um so mehr entwickeln; daher rührt ohne Zweifel die Drüsengestalt, auf welche so oft die fehlgeschlagene Theile reduzirt werden. Diese drüsige Schichte des Torus, die sich nicht bloß durch die so eben erwähnten Vorsprünge vervielfältigt, sondern auch dadurch, daß sie sich in vielen Blüten über die Oberfläche gewisser Blütentheile erstreckt, welche sie unten dadurch füttert, daß sie dieselben überzieht, bildet unfehlbar einen Apparat, der dazu geeignet ist, die Säfte zu modifiziren, welche von der Pflanze in die Blüte übergehen, und trägt zu der Bildung des Nektars gewöhnlich um so reichlicher bei, je entwickelter er selbst ist.

§. 616. Die drüsigen Apparate hängen übrigens nicht alle von dem Torus ab; man bemerkt welche auf andern Punkten der Blütentheile, die mehr oder weniger von ihrer Grundfläche entfernt sind: auf der inneren Fläche der Blütendecke oder des Kelchs, auf der Fläche der Blumenblätter, bisweilen an ihrem Endpunkte und oft auf der Fläche der Staubgefäße, wie in vielen Rutaceen. Wir werden über die mannigfaltigen Formen dieser Nektarien, welche zu denen der Drüsen gehören, die wir bereits anderswo beschrieben haben (§. 249), nicht weitläufiger sein. Wir beschränken uns bloß darauf, als Beispiele für das Studium, die kurzgestielten Nektarien an der Grundfläche der Staubgefäße bei den Lorbeerarten (Fig. 346 gg) oder die der Parnassia (Fig. 500 n), welche die Antheren auf den so regelmäßig und so zierlich gespalteten Staubfäden zu ersetzen scheinen; die hervorragenden und fitzenden Drüsen, woraus die Staubgefäße der Cruciferen entstehen (Fig. 325 t), oder die, welche sich um und unter dem Pistille in den meisten Labiaten zeigen; diejenigen, welche den Eierstock in den Doldengewächsen bekränzen; diejenigen, welche gegen den untern Theil der inneren Fläche der Kelchblättchen der Kaiserkrone (Fig. 501) breite Vertiefungen von einer verschiedenen Farbe bilden, anzuführen.

In den Höhlungen der beanhängselten Organe,



500.



501.

vorzüglich in den Sporen, findet man oft das Nektarium und diese Höhlung wird gleichsam ein Behälter, worin sich sein Produkt anhäuft, z. B. bei der Honigblume, Kapuzinerblume, Pelargonium.

Uebrigens findet man oft eine zuckerige Ausschwitzung, ohne daß eine drüsige Oberfläche da zu sein scheint; so schwitzt sie z. B. sogar aus der des Blumenblattes, welches übrigens nicht besonders modifizirt zu sein scheint. Man kann sich davon überzeugen, wenn man zur Blütezeit eine große Anzahl von Blüten berührt, wovon die meisten die Gegenwart des farblosen Saftes, welcher dem Auge entgeht, verrathen werden.

§. 617. Wir wollen bemerken, daß dieses Ausschwitzen die Phasen der Blütezeit begleitet, es beginnt, wächst, nimmt ab und endigt mit denselben; sehr selten sieht man es dem Aufspringen der Antherе

500. Ein Honiggefäß *n* von der Parnassia palustris mit dem Blumenblatte *p*, vor welchem es in der Blüte steht.

501. Zertheilung *s* der Blütendecke der Fritillaria imperialis, die an ihrer Grundfläche ein Honiggefäß *n* in Gestalt einer oberflächlichen Höhle hat, die anders gefärbt ist, als das Uebrige.

und dem Entfalten der Blüte vorangehen, es erreicht sein Maximum während der Ausstreuung des Pollen, und es hört auf, wenn das Staubgefäß verwelkt ist, und die Frucht sich ansetzt. Die Nektarien zeigen sich vorzüglich um die wesentlichen Organe der Reproduktion, um die Staubgefäße und das Pistill herum, und es unterliegt keinem großen Zweifel, daß ihr Resultat mit dem dieser Verrichtung verknüpft sei. Geschieht dies besonders mit den Verrichtungen des Staubgefäßes oder mit denen des Pistills? Ganz gewiß nicht mit den einen unter Ausschluß der andern, weil bei gewissen zweihäusigen Pflanzen die männlichen Blüten eben so gut Nektarien zeigen als die weiblichen Blüten. Auf der andern Seite scheinen die Wirkungen der Nektarien und die der Blütenorgane, wenn sie auch einen augenscheinlichen Einfluß auf einander haben, doch nicht notwendig mit einander verknüpft zu sein. Man kann die Blumenblätter, die Staubgefäße, die Pistille wegnehmen, und die Nektarien werden dennoch fortfahren, abzusondern, so lange man nur sie nicht selbst verletzt; man kann die Nektarien oder wenigstens ihr Produkt wegnehmen, ohne der Befruchtung zu schaden und die Zeitigung der Frucht zu verzögern.

Wenn man bedenkt, in welcher Menge der Honigsaft ausfließt, nach außen fließt und von den Insekten während der Blütezeit fortgetragen wird, und daß sodann dieses Ausfließen aufhört, wenn die angesetzte Frucht eine große Menge Zucker verlangt, so wird man versucht, die Nektarien eben so gut als ausscheidende wie als absondernde Organe anzusehen, welche den Zufluß der Säfte durch den Aufwand, den sie damit machen, aufreizen und nach außen einen für die Blüte unnützen Ueberschuß abgeben, und wenn die Frucht bei ihrer Entwicklung einen weit beträchtlicheren Theil verlangt, so fahren diese Säfte fort, durch die offenen Wege dahin zu gelangen, und wenn sie keine mehr finden, durch welche sie sich verlieren können, so tragen alle zum Vortheile der Zeitigung bei. Wir haben indessen gesehen, daß der Zucker, wenigstens großentheils nicht schon gebildet in die Frucht gelange, sondern sich erst in derselben und besonders in einer späteren Zeit bilde (§. 535).

§. 618. Es mag nun mit der Verrichtung der Nektarien sein wie es will, so liefern sie doch sehr gute Kennzeichen zur Unterscheidung der Pflanzen, indem sie der Zahl, der Gestalt nach u. s. w. bei einer gegebenen Art sehr constant sind. Es ist zu bemerken, daß ihre Entwicklung an einem besonderen Punkte der Blüte häufig mit ihrer Unregelmäßigkeit verbunden ist, und daß sie die Entwicklung auf der Seite, wo das Nektarium seinen Sitz hat, zur Folge zu haben scheint.

Einige allgemeine Phänomene der Vegetation.

§. 619. Nachdem wir im Allgemeinen das Leben der Pflanze und die Organe betrachtet haben, vermittelst deren es bewirkt wird und sich fortpflanzt, bleibt uns noch zu untersuchen übrig, wie man vermittelst der Modifikationen, welche diese Organe zeigen, die so zahlreichen Pflanzen zu unterscheiden, und in Klassen zu bringen im Stande ist. Bevor wir aber diese lange und wichtige Abhandlung beginnen, wollen wir schnell einige Punkte abhandeln, welche wir absichtlich ausgelassen (§. 322) und auf diesen Platz verwiesen haben, um die vorhergehende Abhandlung nicht zu unterbrechen.

§. 620. **Färbung der Pflanzen.** — Wenn man die lebenden Pflanzen in ihren äußeren Theilen betrachtet, so zeigen sie mannigfaltige Farben, unter welchen die grüne vorherrscht; es ist gewöhnlich die der jungen Rinden, der Blätter und der andern Organe, welche ihrer Natur nach wie die Kelche, die Karpelle und noch junge Früchte, die meiste Aehnlichkeit mit denselben haben. Wir haben schon oft Gelegenheit gehabt, von dem Grunstoffe, von welchem diese grüne Färbung herrührt (§. 24), dem Chlorophylle, zu sprechen, und indem wir uns mit dem Athmen der Pflanzen beschäftigten, haben wir gesehen, daß es sich gewöhnlich durch die gleichzeitige Einwirkung der atmosphärischen Luft und des Lichtes bilde, aus welcher eine Anhäufung von Kohlenstoff und ein Verlust an Sauerstoff in der Pflanze entsteht. Es ist aber nicht unmöglich, daß die nämliche Wirkung von einer andern Ursache herrührt, daß Theile, welche der Einwirkung des Lichtes entzogen, alsdann aber in ein anderes Mittel, als die Luft ist, gebracht werden, grün werden. Humboldt hat auf diese Weise nachgewiesen, daß Pflanzen, welche in vollkommen dunkle Gruben, mitten in eine nicht athembare und stark mit Wasserstoff geschwängerte Atmosphäre versetzt wurden, nicht bloß die grüne Farbe an ihren vorher entwickelten Theilen behalten, sondern sie ebenso an den jungen Trieben zeigen, welche sich zu entwickeln fortfahren. Ohne Zweifel wird alsdann die Veränderung, welche von der Abwesenheit des Lichtes herrührt, durch die neuen Bedingungen der Veränderung der umgebenden Luft, welche keinen Sauerstoff hat, den die Pflanze einmal abgegeben hätte und welche mit den Stoffen versehen ist, die zu der Bildung des Chlorophylls tauglich sind, wieder ersetzt. Vielleicht könnte man durch ähnliche Betrachtungen die Grünfärbung erklären, die wir bei Theilen angeführt haben, welche tief im Inneren der Pflanze liegen, wie das Mark (§. 55), gewisse Samenkörner und gewisse Embryonen (§. 595). In allen Fällen sind es nur junge Theile und die sich eines sehr thätigen Lebens erfreuen, welche sich so färben.

§. 621. Aber die Blätter, so wie die Organe, welche ihnen am meisten gleichen, sind nicht beständig grün. Es gibt einige, welche gewöhnlich andere Farben, entweder auf ihrer ganzen Oberfläche, oder bloß auf einigen Punkten, in welchem Falle man sie bunt nennt (variegata), oder auf einer einzigen von ihren Flächen, gewöhnlich auf der untern, zeigen, in dem ersten Falle nimmt die junge Rinde gewöhnlich an dieser Färbung Theil, wie man dies an den rothen Varietäten der Buche, der Runkelrübe, der Gartenmelde, sehen kann; die Aucuba zeigt uns mit Gelb, das Caladium bicolor, mit Roth gesprenkelte Blätter, gewisse Steinbrecharten, gewisse Arten von Saubrod, Spinnenkraut u. s. w., haben oben grüne, unten rothe oder braune Blätter. Es ist leicht, aber überflüssig, diese Beispiele zu vervielfältigen.

§. 622. Viele grüne Blätter nehmen zu einer gewissen Zeit ihres Daseins neue Farben an; die mehr oder weniger glänzende rothe, die bisweilen durch Braun verdunkelt wird, die mehr oder minder blasse gelbe, und diese Veränderungen kommen immer und auf gleiche Weise in einer und derselben Art wieder vor. In den meisten Fällen sehen wir, wie in dem Herbste, in der Periode ihres Lebens, welche unmittelbar ihrem Abfallen vorangeht, die Blätter ihre grüne Farbe verlieren, um eine andere anzunehmen: wie z. B. die der Pappeln, Ulmen, Birken, gelb werden, die des Sumach in ein glänzendes Roth übergeht; wie die des Cornelkirschenbaums blutroth, die des Schlingbaumes etwas matter roth werden, und die des Weinstocks sich mit Gelb oder Purpurroth sprenkeln, und es ist wohl zu bemerken, daß in den meisten Fällen diese neuen Farben des Blatts der Farbe entsprechen, welche die Frucht derselben Pflanze durch die Zeitigung annimmt. So ist an den Reben mit weißen Trauben die Sprenkelung gelb, bei denen mit rother Traube purpurroth.

§. 623. Indessen sind diese Veränderungen kein nothwendiges Zeichen des nahen Todes. Wenn sich viele unserer krautartigen Pflanzen spät im Jahre entwickelt haben, so behalten sie ihre Blätter den ganzen Winter hindurch lebendig, und bei einer großen Anzahl derselben sieht man, wie im Spätsommer die Farbe dieser Blätter mehr oder weniger modificirt wird, obschon sie erst im kommenden Frühlinge abfallen sollen. Man beobachte den Winter hindurch diejenige von unseren Vegetabilien, welche man immergrüne nennt, weil sie alsdann ihre Blätter nicht verlieren. Man sieht an den Blättern von mehreren Fichten, Tannen, Epheu, Hauswurz u. s. w., eine schmutzig gelbe, oder gewöhnlicher leicht braune oder rothe Farbe, die ganz von derjenigen verschieden ist, welche sie während der vorhergehenden schönen Jahreszeit hatten, und welche sie in der nächstkommenden wieder bekommen werden.

Durch diese Beobachtung fühlt man sich zu dem ganz natürlichen Schlusse veranlaßt: daß die Veränderung in der Farbe nicht von den Veränderungen herrühre, welche in den Geweben und in ihrer Ernährung durch einen Zustand des Alters und der Hinfälligkeit, dem Vorläufer des Todes, bewirkt werden, sondern daß sie vielmehr mit denen in Verbindung tritt, welche in den Funktionen eine Jahreszeit herbeiführen muß, welche die Ausübung derselben in den Organen mobisizirt, wo sie das Leben nicht ganz aufhebt.

§. 624. Ueberdies warten viele Pflanzen nicht auf das Spätjahr, um ähnliche Veränderungen zu zeigen; sie fangen schon an, sie zur Zeit der größten Kraft ihrer Vegetation unter Umständen zu zeigen, die man für die geeignetste hält, sie in Thätigkeit zu setzen, z. B. unter dem verlängerten Einflusse eines lebhaften Lichtes. Man vergleiche die Grasmineen, die auf Mauern oder auf Rasenplätzen zerstreut stehen, und welche einen Theil des Tages der Sonne ausgesetzt sind, mit denen, welche ihrer weniger unmittelbaren und nicht so constanten Wirkung unterworfen sind, wie die unserer Fluren, die, da sie gedrängt auf einander stehen, sich schützen, und man wird finden, daß die ersteren häufig röthlich oder roth gefärbt sind, während die zweiten ihre grüne Farbe behalten haben. Auf hohen Bergen kommt diese frühzeitige Rothfärbung der Blätter bei einer großen Anzahl von Blättern häufig vor; man kann sich auf den Alpen davon überzeugen, wenn man die nämlichen Arten auf der Höhe und in dem Thale mit einander vergleicht. Es ist zu bemerken, daß unter diesen verschiedenen Umständen diese Pflanzen zu gleicher Zeit, als sie den Tag über länger dem Lichte und der Sonnenwärme ausgesetzt sind, einer merklichen Abkühlung in Folge der nächtlichen Ausstrahlung unterworfen sind, und diese Ursache kann auch einigen Einfluß auf das in Frage stehende Phänomen haben.

§. 625. Viele Pflanzen zeigen in ihren Blättern, die sich aus dem Samen oder aus den Knospen zu entwickeln anfangen, röthliche oder bräunliche Farben, welche hier der grünen Färbung vorangehen, was abermals beweist, daß man die Ursache ihrer Entwicklung nicht in einer Modifikation zu suchen habe, welche eine Abnahme in den ihrem Erlöschen nahen Lebenskräften herbeigeführt hat.

§. 626. In den, dem Blütenstande zunächst befindlichen Blättern wird die grüne Farbe sehr oft durch andere glänzendere Farben ersetzt, die gewöhnlich stufenweise oder schnell sogar in die der Blüten übergehen. Diese Blätter konnten sich zu Deckblätter verkürzen, oder ihre gewöhnliche Gestalt behalten, z. B. in der Poinsettia. Haben sie die Farbe der Blumenkrone, so nimmt gewöhnlich der Kelch gleichfalls Theil daran.

§. 627. In der Blumenkrone, mit welcher wir hier die farbige Blütenhülle mehrerer Monokotyledonen verwechseln dürfen, bildet die grüne Farbe eine Ausnahme (§. 422), während wir hier Beispiele von den mannigfaltigsten und reichsten andern Farben finden, so daß sie der besondere Gegenstand der Forschungen vieler Schriftsteller geworden sind, welche den in Frage stehenden Gegenstand behandelt haben. Das Weiße, Gelbe, Rothe, Violette, Blaue sind die Farben, welche man häufig in außerordentlich mannigfaltigen Graden von Stärke oder auf eine verschiedene Weise mit einander verbunden daselbst antrifft, so daß sie gleichfalls zahlreiche, dazwischen liegende Schattirungen liefern. Man hat bemerkt, daß in der Regel die gelben Blüten in Roth und in Weiß, aber nie in Blau; die blauen Blüten gleichfalls in Roth und in Weiß, aber nie in Gelb übergehen können, daß bei vielen Gattungen oder sogar sehr natürlichen Familien alle Blüten die blaue Farbe und die davon abgeleiteten oder die gelbe und die davon abgeleiteten annehmen können, aber nie beide zugleich. Man ist dadurch veranlaßt worden, zwei besondere Reihen in den Farben der Blüten anzunehmen: Die Cyanfarbe (das Kornblumenblau von κύανος, blau) und die xanthische oder gelbe Farbe (von ξανθός, gelb). Das Grüne, das aus blau und gelb besteht, ist eine Zwischenfarbe und gleichsam neutral zwischen den beiden, und da beide auf das Roth hinauslaufen, so scheinen sie sich an ihren beiden Endpunkten zu verschmelzen. Sie sind hier auf die möglichst geringste Anzahl von Bezeichnungen gebracht:

Roth - orange - gelb —
Grünn - blau - violett - roth.

Das Weiße ist, wie wir bald sehen werden, nur die Abwesenheit oder die äußerste Zertheilung dieser färbenden Stoffe; das Braune oder das Schwarze, welches in den äußeren Theilen der Pflanzen immer unvollkommen ist, nur die Anhäufung und Concentrirung eben dieser Grundstoffe.

§. 628. Anstatt uns jetzt darauf zu beschränken, das Phänomen äußerlich kennen zu lernen, wollen wir in dem Inneren erforschen, wo der Sitz der Färbung liege, und wie die Verbindung vor sich gehe, aus welcher die Empfindung für unser Auge entspringt. In den Zellen setzt sich der färbende Stoff in flüssigem oder halbflüssigem Zustande ab, und durch ihre durchsichtigen Wände erblickt man ihn. Wenn man nun zu diesen kleinen Behältern der Farbe gelangt ist, so findet man diese bei weitem nicht so mannigfaltig, als sie nach außen erscheint. Es ist immer gelb, violett, roth, reines Grün oder ein Streben entweder nach Gelb oder Weiß. Dieser Stoff schwebt in einer farblosen Flüssigkeit, und je nachdem er in größerer oder geringerer Menge in derselben enthalten ist, zeigt sich die Farbe dunkler oder blässer. Fehlt er ganz, so gibt die allein vorhandene farblose Flüssigkeit die Empfindung des Weißen: selten ist es aber, daß sie ganz rein ist, und fast immer mischt sich irgend eine gerinne Menge von einer der angezeigten Farben darunter, so daß, wenn man eine weiße Blüte auf ein vollkommen weißes Papier legt, man jene fast immer durch eine leichte gelbliche oder bläuliche Farbe von demselben abstechen sieht.

In den tiefer liegenden Zellen findet man die gelben oder grünen Stoffe; in mehr oberflächlichen Schichten, sogar in der der Epidermis, trifft man die blauen, rothen und violetten Stoffe an. Wenn man durch diese verschieden gerötheten Schichten das Gelbe wahrnimmt, so hat man die Empfindung der Orangefarbe; man hat die der mannigfaltig schattirten braunen Farbe, wenn man das Grüne wahrnimmt; ist der grüne, blaue oder violette Stoff angehäuft und nur äußerst schwach in Zellen verdünnt, die in mehreren gedrängten

Reihen über einander liegen, so hat man die Empfindung einer Farbe, die sich mehr oder weniger der schwarzen nähert, bei welcher aber eine aufmerksame Beobachtung immer eine von diesen Schattirungen erkennen läßt. Die Zwischenlage mehrerer Zellenreihen mit einer farblosen Flüssigkeit zwischen dem Auge und den mehr nach innen liegenden, farbigen Zellen schwächt den Ton von diesen und scheint eine weiße Schichte über dieselbe auszubreiten, woher die blaugrüne Farbe rührt, wenn diese inneren Zellen grün oder blau gefärbt sind.

§. 629. Man bemerkt gewöhnlich nur eine und dieselbe Farbe in einer und derselben Zelle; indessen ist es aber nicht immer so und nothwendig so; man findet z. B. in jenen Blättern, deren Farbe im Winter modificirt wird, bisweilen grüne Chlorophyllkörner nebst einem rothen Safte in den nämlichen Zellen.

§. 630. Wir haben schon gehört, daß die Farbe der Blätter zu den verschiedenen Zeiten ihres Daseins verschieden sein könne. Eben so verhält es sich mit den Korollen: von einem mehr oder minder blassen Grün bei ihrem ersten Erscheinen in der Blütenknospe, nehmen sie in der Folge bei ihrem Entfalten immer glänzendere oder abstechendere Farbentöne an, welche gewöhnlich ihr Maximum zur Zeit der Befruchtung erreichen, nachher aber verderben und matt werden. In einigen bemerkt man aber Veränderungen von einer andern Natur: die Bildung regelmäßiger Flecken, welche vor ihrer Blütenzeit nicht da waren, oder eine vollständige Veränderung in der allgemeinen Hauptfarbe; den Uebergang der einen in eine andere gleichfalls charakteristische, z. B. von der rothen zu einer schönen blauen, wie in vielen Borragineen, von Weiß in Roth, wie in mehreren Nachtkerzenarten; vom Gelb in Orange, oder Roth oder Violett, wie in einigen Lantana, in dem Cheiranthus scoparius; oder, was weit seltener ist und sonderbar scheinen mag, von Gelb in die gerade zu entgegengesetzte Farbe, in Blau, wie in Myosotis versicolor. Was geht alsdann vor? Bilden sich neue Zellen, welchen sich die neue Farbe absondert, oder modificirt sich wohl der färbende Stoff in den schon vorhandenen und erweiterten Zellen? Zu welchen Gränzen ist diese Modifikation, wenn sie stattfindet, möglich? Gibt es mehrere färbende Stoffe, oder gibt es nur einen einzigen, der aller Modifikationen fähig ist, die wir bisher als verschiedene Stoffe betrachtet haben? Welches sind endlich die Ursachen, unter deren Einfluß diese Modifikationen nach der letzteren Hypothese bewirkt werden?

§. 631. Viele Schriftsteller sind geneigt, sie anzunehmen, und indem sie sich darauf stützen, daß die grüne Farbe die gewöhnlichste bei den Pflanzen ist, daß sie fast immer die Blätter haben, daß die andern Organe nur modificirte Blätter sind und fast immer bei ihrem ersten Auftreten eben diese mehr oder minder deutliche Grünfärbung zeigen, so meinen sie, daß der grüne Stoff selber durch seine Modifizirung die andern Farben, welche wir in vielen Blättern zu einer gewissen Zeit ihres Lebens, bei allen Blüten fast ihre ganze Dauer hindurch erblicken, bestimme.

Man weiß, mit welcher Schnelligkeit und Leichtigkeit sich die Pflanzenfarben in Berührung mit Säuren und Alkalien modifiziren, so daß sie dem Chemiker durch die Veränderungen, die sie alsdann erleiden, das zarteste Werkzeug an die Hand geben, um die saure oder alkalinische Natur der Körper zu beurtheilen. Man sieht, wie die rothen Blüten durch die Einwirkung der Alkalien in Blau, in Grün und sogar in Gelb; durch die Einwirkung der Säuren in diese nämlichen Farben aber in umgekehrter Ordnung übergehen. Es war also natürlich, durch den Einfluß der Säuren und der Alkalien, die in das Innere der Pflanze gebracht oder daselbst gebildet wurden, die verschiedenen Farben zu erklären, welche in dem Akte des Lebens die mannigfaltigen, ursprünglich grünen Theile äußerlich annehmen.

Später wurde die Frage weiter getrieben, und man nahm ziemlich allgemein an, daß diese Veränderungen von dem Sauerstoffe herrühren, der zu den Theilen, die sich auf die eine oder andere Weise färben, hinzugekommen war, oder denselben entzogen wurde, und Schübler ging sogar so weit, daß er den beiden Farbenreihen, von denen wir gesehen haben, daß sie von Decandolle xanthisch und cyanisch genannt wurden, den Namen oxydirt und desoxydirt gab. Der grüne Stoff ging also in seiner Verbindung mit neuen Mengen Sauerstoff ins Gelbe, sodann in das Orangefarbne, endlich ins Rothe über; verlöre er hingegen einen Theil Sauerstoff, der zu seiner ursprünglichen Zusammensetzung kommt, so ginge er ins Blaue, sodann ins Violette, sodann ins Rothe über. Durch Abtretung des Sauerstoffs würden die Säuren, durch Entziehung desselben die Alkalien wirken; wann auf diese Weise die letzteren den Veilchensaft auf die grüne Farbe zurückbrächten, so würden sie ihn desoxydiren, sich selber aber überoxydiren.

§. 632. Diese Theorie scheint durch eine Beobachtung Dutrochets bestärkt zu werden, welcher die Säfte aus einer oben grünen und unten rothen Platte mit den beiden Drähten einer Volta'schen Säule in Verbindung setzte, und sah, daß sich die grüne Materie an dem negativen, die rothe an dem positiven Pole anhäufte. Die erste ist demnach alkalinisch, die zweite sauer. Der Verfasser leitet aus diesem Versuche und anderen, die mit einfarbigen Blättern oder Blumenblättern angestellt wurden, etwas verschiedene Schlüsse ab, indem er die ganze färbende Materie so ansieht, als bestehe sie aus zwei Stoffen, wovon der eine negativ elektrisch, der andere positiv elektrisch ist; jedes Blatt oder jedes andere blattartige Organ, z. B. ein Blumenblatt als analog einem Säulenpaare, das eine obere desoxydirende und eine untere oxydirende Fläche hat.

§. 633. Die vollständigste und neueste Arbeit Marquarts über die Farben der Blüten hat die schwachen Stellen der Schübler'schen Theorie nachgewiesen und eine andere dafür aufgestellt. Sein Ausgangspunkt ist gleichfalls das Chlorophyll, das er mit Hülfe des Alkohols, der die Eigenschaft hat, es aufzulösen, und in welchem die einige Tage lang eingeweichten Blätter eine grüne Farbe geben, während sie sich selbst entfärben, abgesondert darzustellen gesucht hat. Der durch Verdampfen erhaltene Rückstand wird mit Schwefeläther behandelt und auf diese Weise von einem Extraktivstoff befreit, der mit demselben vermischt war, und welcher aufgelöst ist. Marquart betrachtet den auf diese Weise erhaltenen neuen Rückstand als Chlorophyll. Wird nun dieses mit Wasser behandelt, so geht es ins Gelbe über, wahrscheinlich in Folge seiner chemischen Verbindung mit diesem Wasser; behandelt man es mit concentrirter Schwefelsäure, so geht es dagegen ins Blaue über, und der Verfasser meint, daß die Säure diese Wirkung dadurch hervorbringe, daß sie sich des Wassers bemächtigt, zu welchem jene eine so große Verwandtschaft hat. Er schließt daraus, daß man dem Wasser jene Modifikationen des Chlorophylls zuschreiben müsse, welche man dem Sauerstoffe beilegte, daß eine Menge Wasser mehr dasselbe in jene gelbe Materie verwandle, welche er Anthoxanthin (Blumengelb) nennt, daß eine Menge Wasser weniger dasselbe in jene blaue Materie verwandle, welche er Anthocyan (Blumenblau) nennt. Die grüne Materie befindet sich in dem neutralen Zustande zwischen beiden; sie findet ihre eigenen Elemente in dem Wasser und in der Kohlensäure, welche sich zu ihrer Bildung vereinigen, indem sie den von dem einen oder von dem andern gelieferten Sauerstoff verlieren. Man findet in demselben keine Spur von Stickstoff.

Das Anthocyan ist im Wasser oder in dem mit Wasser verdünnten Weingeist löslich; diese Lösung wird von den Säuren gerötet, durch die Alkalien wieder grün gefärbt. Es färbt in dem reinen Zustande die Blüten blau, durch die Einwirkung einer schwachen Saure modifizirt violett, durch eine stärkere Säure roth. Das Anthoranthin färbt die Blüten gelb; Säuren und Alkalien wirken nur wenig auf dasselbe, und es löst sich gewöhnlich nur in concentrirtem Alkohol und sogar in dem Schwefeläther auf, obgleich in einigen Pflanzen der mit Wasser verdünnte Alkohol, oder schon das Wasser allein hinreichend sind, diese Auflösung zu bewirken. Die concentrirte Schwefelsäure färbt es indigoblau, sodann purpurfarbig, wahrscheinlich indem sie sich seines Wassers bemächtigt; denn in dem Verhältniß, als sie anderswoher aufnimmt und ihm demnach eine gewisse Menge davon abtritt, steht man, wie diese Farben schwach werden und verschwinden. Diese verschiedenen Eigenschaften machen, daß man das Anthocyan für einen von jenen Stoffen hält, die man Extractivstoffe nennt, und das Anthoranthin für eine harzige Materie. Aber in den Zellen befinden sich neben ihnen andere Stoffe, welche diese Natur ein wenig zu verbergen streben. Bei dem Anthocyan ein weißes, oder schwachgelbliches, oder grünliches Harz, welches Marquart für einen Zwischenzustand des Chlorophylls hält; bei dem Anthoranthin eine farblose Flüssigkeit, wahrscheinlich der Zellensaft. Diese Flüssigkeit oder dieses weißliche Harz kommt bloß in den weißen Blüten vor. Wir haben bereits gesehen, wie andere Farben aus der relativen Lage der Zellen entstehen können, welche diese mannigfaltig gefärbten Grundstoffe enthalten. Wie die ursprünglich grüne Blüte in andere Farben übergeht und wie sich diese in einer gewissen Ordnung modifiziren können, ist leicht zu begreifen, weil der Akt des Lebens eine Vermehrung oder eine Verminderung des mit den färbenden Stoffen verbundenen Wassers, die Bildung von Säuren, welche mit um so weniger Intensität, je schwächer sie sind, auf eine vorübergehende oder constante Weise, je nachdem sie flüssig oder fest sind, wirken, die Bildung von Alkalien, welche in umgekehrter Richtung entweder an und für sich, oder durch Neutralisirung der Säuren wirken, herbeiführen kann.

§. 634. Diesen Theorien aber, nach welchen die verschiedenen Farben aus einem einzigen mannigfaltig modifizirten Stoffe entstünden, stellt man sehr wichtige Einwürfe entgegen. Das Chlorophyll befindet sich nicht in den oberflächlichsten Zellenschichten, namentlich in denen der Epidermis, und vorzüglich in diesen, findet man den blau-, violett- oder rothfärbenden Stoff; wie könnte er sich nun in denselben auf Kosten eines Stoffes bilden, welcher gar nicht da ist? Zwar sieht man in den tiefer gelegenen und mit Chlorophyll angefüllten Zellen, in denen der mittleren Blattschichte, wie sich zu einer gewissen Zeit die rothe Materie bildet; die mikroskopische Beobachtung zeigt aber, daß sie gewöhnlich in denselben mit der grünen vorhanden ist, daß sie nicht diese, wohl aber den vorher farblosen Saft vertritt, daß sie nur bisweilen das Chlorophyll verbirgt, indem sie die grünen Kernchen überzieht, welche in anderen Fällen vollkommen deutlich sind. Der farblose Saft der Zellen rötet sich durch das fortgesetzte Einwirken einer schwachen Säure nach und nach, ohne in das Blaue überzugehen, was der Fall sein müßte, wenn er von dem Anthocyan herkäme. Das Anthoranthin und das Chlorophyll nehmen in der concentrirten Schwefelsäure eine dunkelblaue Farbe an, welche Marquart dem Uebergange in den Zustand des Anthocyans zuschreibt; in diesem Falle aber müßte dieses, das immerfort unter der Einwirkung der überschüssigen Säure steht, später in Roth übergehen, was aber nicht der Fall ist. Wie gehen aber übrigens die von dem Anthoranthin gelb gefärbten Blätter und Blüten in Roth über? Marquart nimmt selbst an, daß dies durch das Darüberlegen von Zellen geschehe, die ihr Entstehen einer neueren Bildung verdanken, und welche mit einem von einer Säure gerötheten Anthocyan angefüllt sind; man bemerkt aber keine grünen und blauen Farben, welche nach dieser Hypothese der rothen vorangehen müßten. Durch diese mannigfaltige Betrachtungen sieht man sich veranlaßt, zu zweifeln, daß das Chlorophyll das Anthocyan, die rothe Materie verschiedene Zustände eines und desselben Stoffes sein können, und dieser Zweifel wird durch eine gewichtige Autorität, durch die des Berzelius unterstützt, welcher sich gegen diese Hypothese ausspricht und das Rothe als eine abgesonderte Substanz annimmt, die er Erythrophyll nennt (von ἐρυθρος, roth, und φυλλον, Blatt). Auf der andern Seite hat er aus den Blättern einen gelben Stoff gezogen, den er Xanthophyll nennt, und welcher von dem Anthoranthin verschieden zu sein scheint; denn es ist ein fetter Körper von ganz eigenthümlicher Natur und kaum löslich im Wasser. Dies wäre der Stoff, welcher in Verbindung mit einem anderen, eher blauen als grünen Stoffe in dem Chlorophylle, wenn er von demselben befreit ist, den Blättern die gelbe Farbe gibt, die wir sie so oft annehmen sehen.

Es ist also wahrscheinlich, daß es in den gefärbten Theilen der Pflanzen mehrere verschiedene Stoffe gibt, und vielleicht darf man nach den besonderen Eigenschaften, welche mehrere von diesen Stoffen zeigen, während sie uns die Empfindung einer und derselben Farbe verschaffen, vermuthen, daß es sogar mehr gibt, als wir erwähnt haben. Die Chemie hat diese Fragen zu entscheiden, und es ist zu wünschen, daß sie diesem Studium eine gewisse Grundlage geben möchte, indem sie die elementarische Zusammensetzung dieser färbenden Stoffe bestimmte, und gleich mit dem Chlorophyll anfinge, wie sie es mit vielen anderen unmittelbaren Grundstoffen gemacht hat, von denen wir in dem Abschnitte von der Ernährung gesprochen haben.

§. 635. Wir haben braune Schattirungen gesehen, welche von der Wirkung herrühren, die aus der Uebereinanderschichtung von Zellen entsteht, welche mit Säften von verschiedener Farbe angefüllt sind (§. 628). Bisweilen ist jedoch das Innere der Zellen von einer wahrhaft braunen Materie angefüllt, die in der Gestalt von Kügelchen erscheint, welche denen des Chlorophylls ziemlich ähnlich sind. Berzelius meint nicht, daß sie mit diesem in Beziehung stehen, weil man sieht, wie sich in einem anfangs farblosen Extrakte dieselbe durch die Einwirkung des Sauerstoffes bilde.

§. 636. Diese braune Farbe hat aber oft ihren Sitz auch nicht in dem Innern, sondern in der Wand der Zellen selber, welche eine färbende Materie, die nach den Pflanzen oder ihren Theilen vom Gelben bis zum dunkelsten Braun verschieden ist, nach Art des Holzstoffes durchdringt und schwängert. Das Dasein der Kügelchen von derselben Farbe kommt bisweilen zu gleicher Zeit vor, und vielleicht hat man alsdann einen und denselben Stoff, der zum Theil in der Höhlung der Zelle frei, zum Theile mit dem Gewebe ihrer Wände verkörpert ist. Der seltenste Fall ist der, wo Zellen, die in der Nähe der Oberfläche liegen, diese Färbung zeigen z. B. in gewissen Jungermannien oder in einigen Azolla. Gewöhnlich sind es tief liegende Zellen, Zellen von solchen Theilen, womit wir uns noch nicht aus diesem Gesichtspunkte beschäftigt haben, z. B. die Holzzellen. Diese Zellen, welche eine weit längere Dauer haben, als die der Blätter, oder hauptsächlich der Blüten, haben Wände, welche durch die Bildung mehrerer, nach der Reihe ineinander geschachtelter Schichten verdickt wurden; es ist

natürlich, daß diese Schichten in dem Verhältnisse, als sie sich übereinander legen, in ihrem Ganzen eine immer dunklere Färbung annehmen müssen, selbst dann, wenn jede, einzeln betrachtet, eine solche nur in einem sehr schwachen Grade besäße.

§. 637. Das Holz der Farnkräuter und der Palmbäume verdankt gewöhnlich seine Farbe derjenigen, welche auf diese Weise die Wände der Zellen annehmen und das Nämliche findet bei dem Holze einiger Dikotyledonen Statt, z. B. in der Erle und dem Maulbeerbaume, bei diesen letzteren ist es aber gewöhnlicher die zwischen den Zellen befindliche Materie, welche im Innern entweder von den Holzfasern oder von den Zellen, welche die Markstrahlen bilden, wie z. B. in dem Ebenholze, gefärbt wird.

§. 638. Wir haben anderswo (§. 67) den Unterschied des Holzes in Splint und in Kern gefunden, wir wissen, daß in dem ersteren, jüngeren die Flüssigkeiten in Menge vorhanden sind, und daß die Lebenserscheinungen, welche in dem Kerne in dem verhärteten und ausgetrockneten, veralteten und gleichsam todten, zu gleicher Zeit aber auch gefärbten Theile verzögert oder sogar aufgehalten sind, thätiger vor sich gehen; hier scheint also die Färbung nicht mehr mit dem Leben verbunden zu sein und gehört fast ausschließend in das Gebiet der Chemie, welche nach den so mannigfaltigen Farben der verschiedenen Hölzer ohne Zweifel hier, wie in den Blüten, mehrere färbende Stoffe und zahlreiche Modifikationen, deren sie fähig sind, aufzusuchen hat. Diese Veränderungen gehen langsam und gegen die Luft geschützt vor sich, und der Kern ist durch die ganze Dicke des Splintes und der Rinde gegen dieselbe verwahrt. Diese letztere, welche demselben geradezu entgegengesetzt ist, befindet sich in anderen Umständen und erleidet Veränderung der Färbung, die schneller und mannigfaltiger sind. Diese Einwirkung der Luft macht sich übrigens an den Hölzern wahrnehmbar, welche mit ihr in Berührung gebracht werden und macht sie gewöhnlich dunkel; wir dürfen hier nur das Mahagoniholz als Beispiel anführen.

§. 639. Es ereignet sich oft, daß die Verbindungen der Stoffe, die in der Atmosphäre enthalten sind, und derjenigen, welche die vegetabilischen Theile färben, schneller und gleichsam augenblicklich vor sich gehen; so sind bei ihrem Leben die Zellen der Krappwurzel mit einem gelben Saft angefüllt; reißt man sie aus, so nehmen sie oberflächlich in Berührung mit der Luft jene rothe Farbe an, welche Jedermann kennt; verletzt man sie oder schneidet man sie, so erzeigt sich diese neue Färbung sogleich auf den auf diese Weise entblößten Theilen. In reinem Sauerstoffe nehmen sie sie nicht an, sondern bloß in dem, in welchen man eine kleine Menge Wasserdampf gebracht hat. In unseren Wäldern findet man eine große Menge von Pilzarten aus der Gattung der Löcherschwämme, deren Fleisch vollkommen weiß ist. Man schneide es an, und man sieht es in andere Farben übergehen, in eine Weinfarbe bei den einen, in ein grünliches Blau bei anderen, die in kräftigste Indigofarbe bei dem Boletus cyanescens. Mehrere Blüten von den Orchideen mit einer äußerst reinen weißen Farbe, wie die der Calanthe veratrifolia, der Bletia Tankervillae u. s. w., werden gleichfalls dunkelblau an allen Punkten, die man verletzt oder reibt, und beim Trocknen nehmen sie eben diese Farbe an, welche bis ins Schwarze geht. Das Trocknen bewirkt eine Veränderung in Schwarz auf der ganzen Oberfläche dieser Familie der Orchideen, und man bemerkt etwas Aehnliches an denen von mehreren anderen, namentlich an der der Rhinanthaceen, wo alle, welche Herbarien anlegen, diese Eigenschaft bemerken konnten, welche fast zu einem Familienzuge wird. Diese Modifikation rührt in einigen Fällen von dem Dasein des färbenden Stoffes des Indigo her, welcher grau oder weißlich im Leben, in seiner Verbindung mit dem Sauerstoffe, die Farbe annimmt, mit welcher wir ihn gewöhnlich bezeichnen. Ohne Zweifel spielt das Tannin, welches in gewissen Theilen der Pflanzen so häufig vorkommt, die Gallussäure, welche sich in derselben befindet, die Eisensalze, welche man oft in ziemlich bedeutenden Mengen in derselben gefunden hat und welche mit dieser Säure vermischt Dinte bilden, eine Rolle in vielen anderen Fällen, wo wir diese Färbung nach dem Leben bemerken. Allsdann aber gehören die Bestimmung dieser Stoffe, die Modifikationen und die neuen Verbindungen, deren sie fähig sind, einer andern Wissenschaft an.

Eigenthümliche Wärme der Pflanzen.

§. 640. Haben die Vegetabilien wie die Thiere eine Wärme, welche ihnen eigen ist, die demnach nicht die der Atmosphäre ist, von der sie umgeben sind? Ist diese Wärme constant oder wohl intermittirend, und in welchen Fällen erlangt sie die meiste Stärke? Das Nachdenken reicht bis auf einen gewissen Punkt hin, auf diese Fragen zu antworten, weil die Ursache der Wärme in den Thieren bekannt ist; weil diese Ursache in gewissen chemischen Verbindungen liegt, die immer mit Wärmeentwicklung verknüpft sind, namentlich in der Verbindung des Kohlenstoffs mit dem Sauerstoffe, weil diese ähnlichen Verbindungen auch in der Pflanze stattfinden, daß aber diese weit schwächeren und langsameren Wirkungen übrigens nicht auf eine ununterbrochene Weise vor sich gehen, nicht einmal unter dem Einflusse und in Abwesenheit des Tageslichtes, noch in den verschiedenen Jahreszeiten, noch in den verschiedenen Theilen einer und derselben Pflanze. Man schließt daraus, daß die Pflanzen wirklich eine Wärme besitzen müssen, welche durch den Lebenssaft erzeugt wird, daß sie aber gewöhnlich kaum wahrnehmbar sei, daß sie es nur in gewissen Phasen der Vegetation etwas mehr werde, daß sie in gewissen Regionen concentrirt und in den anderen Null sei; dies lehrt uns auch wirklich die Erfahrung.

§. 641. In den Blüten und im Augenblicke des Blühens hat man eine besondere Wärmeentwicklung nachgewiesen. Bei denen aus der Familie der Aroiden ist sie so stark, daß sie durch das Gefühl allein wahrgenommen werden kann; die Anordnung dieser Blüten gibt sich auch übrigens auf eine vortreffliche Weise zu derartigen Beobachtungen her. Sie sind auf einer dicken und verlängerten Achse angehäuft, welche eine große, tutenförmige Blütenscheide umgibt (Fig. 185), von welcher die von allen Blüten auf einmal erzeugte Wärme concentrirt wird, und in welche man leicht einen Thermometer stellen kann. Die Pistille, wovon jedes eine weibliche Blüte bildet, sind überdies von den Staubgefäßen getrennt, deren jedes eine männliche Blüte bildet, und man kann auf diese Weise, indem man wechselweise beide absondert, bestimmen, wie viel jede von diesen beiden Ordnungen von Organen zu der Gesammtwärme beiträgt.

Wenn sich der Kolben entfaltet, so ist er einige Tage lang der Sitz von einer Art von Fieber, welches zwischen ihm und der umgebenden Luft eine Differenz von einer mehr oder weniger großen Anzahl von Graden begründet; dieses Fieber ist intermittirend und täglich, denn die Wärme fängt an, stufenweise zu wachsen, wenn sie sodann ein Maximum erreicht hat, wieder abzunehmen, bis sie beinahe zu ihrem Ausgangspunkte wieder zurückkommt, einem Punkte, der etwas über der Temperatur der umgebenden Luft steht. Der Anfall, der im Anfang der Blütenzeit schwach ist, wird die folgenden Tage stärker, nimmt sodann ab und dort nach Verlauf von

kurzer Zeit ganz auf. Er kehrt nicht jeden Tag genau zu derselben Stunde wieder, sondern geht dem vorhergehenden Tage vor oder nach. In unserem gemeinen Arum beträgt das Maximum der so entwickelten Wärme, d. h. über der atmosphärischen Wärme, 8—10 Grade: man hat eine höhere in dem Arum italicum und Arum dracunculus, welche wärmeren Ländern angehören, in der Colocasia odora, in dem Caladium pinnatifidum, die man in Gewächshäusern zieht, bemerkt. Das Phänomen scheint aber eine ganz andere Intensität in den Klimaten zu erlangen, wo diese Pflanzen einheimisch sind, weil nach einer von den früheren Beobachtungen, welche auf Bourbon angestellt wurden, fünf Kolben von dem Arum cordifolium, welche um das Thermometer gebunden wurden, dasselbe um 25 Grade zum Steigen brachten; 12 brachten es auf mehr als 30 Grade zum Steigen.

§. 642. Der Kolben der verschiedenen Aroiden, mit welchen diese Versuche angestellt wurden, besteht aus einer Achse, die unten von einer gewissen Anzahl Pistille, weiter oben von fruchtbaren Antheren, ganz oben von Antheren umgeben ist, die mehr oder weniger vollständig fehlgeschlagen haben: das Ganze ist von der tutenförmigen Blütenscheide eingehüllt; die während der Blütenzeit entwickelte Wärme ist das allgemeine Resultat der Temperatur, auf welche alsdann diese verschiedenen Regionen gehoben wurden, wenn man aber untersucht, was jeder von ihnen insbesondere angehöre, so findet man, daß die Wärme daselbst sehr ungleich vertheilt ist, daß die größere Menge gewöhnlich von den fruchtbaren Antheren herkommt; daß die unfruchtbaren es ihnen bisweilen gleich zu thun oder sie sogar zu übertreffen scheinen, aber weit darunter bleiben, wenn ihr Fehlschlagen und ihre Verwandlung vollständig ist, daß die Temperatur der Pistille vergleichungsweise immer schwächer, und die der Blütenscheide es noch weit mehr ist.

§. 643. Während dieser Blütenzeit, so wie während der der Blüten überhaupt, wird eine gewisse Menge Sauerstoff von ihnen aus der umgebenden atmosphärischen Luft genommen, eine gewisse Menge Kohlensäure ausgeathmet und demnach eine gewisse verhältnißmäßige Menge von dem Kohlenstoffe der Blüte verbrannt. Nun hat Saussüre nachgewiesen, daß diese Menge bei den Aroiden während der Wärmeentwicklung beträchtlich und ausnehmend viel höher als die ist, welche man bemerkt, so lange die Pflanze kalt ist, und daß sie in Beziehung auf die mannigfaltigen von dem Kolben getrennten Theile sehr ungleich ist, so daß z. B. in dem Arum maculatum und dracunculus, während die Antheren mehr als das 130fache ihres Volumens an Sauerstoff einsaugen, die gipfelständige Keule, welche von den unfruchtbaren Antheren gebildet wird, ungefähr nur das 30fache ihres Volumens einsaugt, die verwachsenen Pistille nur das zehnfache, die Tute das fünf bis fünf ein halbfache. Da die Wärme, welche von den verschiedenen Theilen entwickelt wird, überdies ungefähr im Verhältniß zu diesen Zahlen steht, so schließt man nothwendig daraus, daß sie von dieser in gewissen Phasen der Blütenzeit so thätigen Verbrennung herrühren.

§. 644. Die Meinung war daher ganz natürlich, daß diese Erscheinung, welche bei den Aroiden mit so vieler Intensität vorkommt, sich auch in einem gewissen Grade bei den anderen Blüten antreffen lassen müsse, welche sich, wie wir so eben gesagt haben, auf eine analoge Weise in Beziehung auf die athmosphärische Luft verhalten, indem sie mit ihrem Sauerstoff eine gewisse Menge in ihnen enthaltenen Kohlenstoff verbinden. Feine Versuche haben in gewissen Blüten wirklich während der Blütenzeit eine gewisse, aber immer sehr schwache Wärmeentwicklung erkennen lassen. Sie erreichte in dem einen höchstens einen Grad über der atmosphärischen Temperatur, noch weniger in einer größeren Menge anderer und blieb vollständig unwahrnehmbar bei den meisten. Zwar ist die Blüte oft in eben dieser Zeit, wie wir schon gesehen haben, der Sitz eines Ausathmens und demnach einer Verbunstung, welche durch die Kälte, die sie erzeugt, die entwickelte Wärme um so viel latent machen muß. Wenn man die Menge Sauerstoff, welche von einer einfachen Blüte, d. h. von einer Blüte, die mit ihren Staubgefäßen versehen ist und der nämlichen gefüllten Blüte, d. h. einer Blüte, deren Staubgefäße sich in Blumenblätter verwandelt haben, von den männlichen Blüten einer diklinischen Art und von den weiblichen Blüten der nämlichen Art eingesogen wird, vergleicht, so kann man sich überzeugen, daß hier, wie bei den Aroiden, die Antheren mehr als die Blumenblätter und die Pistille verbrauchen. Es ist also erlaubt, die nämliche Wirkung durch die nämliche Ursache zu erklären. Indessen müssen wir bemerken, daß man dieses Verbrennen nicht als die einzige Ursache der schwachen, von diesen Blüten entwickelten Wärme ansehen müsse, weil sich diese nicht in einem constanten Verhältnisse mit der Menge des verbrauchten Sauerstoffs befindet und weil gewisse Blüten mehr verzehren, obgleich sie keine Erhöhung der Temperatur zeigen, als andere Blüten, welche eine sehr deutliche wahrnehmen lassen.

§. 645. Wir wissen, daß sich bei dem Keimen das Samenkorn des Sauerstoffes der Luft bemächtigt und eine ziemlich große Menge Kohlensäure bildet, man sieht sich veranlaßt, daraus den Schluß zu machen, daß in diesem Akt des vegetabilischen Lebens, wie in dem des Blühens eine Wärmeentwicklung stattfinden müsse. Man kann eine ziemlich beträchtliche beobachten, wenn man ein Thermometer mitten in einen Haufen keimender Samenkörner bringt, z. B. in einen Haufen Getreidekörner, die man in ein anfängliches Keimen zu Bereitung des Bieres, versetzt. Indessen meint Durrocher, daß diese Erwärmung keine Lebenserscheinung sei, daß sie von den nämlichen Ursachen herrühre, welche eine große Temperaturerhöhung in einem Haufen feuchten Heues oder anderer vegetabilischen Stoffe, welche auf die nämliche Art entweder lebend oder todt in einen Haufen gebracht sind, bewirke, und welche seiner Meinung nach nichts anders, als chemische Verbindungen sind, zwischen den organischen Dämpfen, die aus diesen Stoffen aufsteigen, bewirkt, die in den leeren Räumen, welche sie zwischen sich lassen verdichtet werden, und eine mehr oder minder rasche Zersetzung erleiden.

§. 646. Der nämliche Schriftsteller hat sich damit beschäftigt, die Wärme zu bestimmen, welche in den andern Theilen der Pflanze hervorgebracht werden kann, und hat zu dieser Untersuchung einen thermoelektrischen Apparat angewandt, d. h. einen Apparat, welcher die Wärme vermittelst der Elektricitätsentwicklung, die sie begleitet, mißt, und welche den doppelten Vortheil hat, daß die geringsten Mengen weit deutlicher angezeigt werden, als mit den feinsten Thermoskopen, und daß jeder Pflanzentheil leicht erforscht werden kann, weil man an denselben nur zwei Punkte anzubringen braucht, welche einen Theil dieses einfachen und leicht zu behandelnden Apparats ausmachen. Bereits hatte man eine Verschiedenheit der Temperatur zwischen den Pflanzen und der umgebenden Luft wahrgenommen; diese Versuche wurden vorzüglich an den Stämmen der Bäume vorgenommen, in welche man leicht durch Anbohren einen Thermometer in die Tiefe bringen kann, deren Temperatur man nachweisen will, und diese wurde gewöhnlich bald etwas höher, bald etwas niederer, als die der atmosphärischen Luft vorgefunden; man kann aber diese Ver-

schiedenheit leicht erklären, ohne zu einer der Pflanze eigenthümliche Lebenswärme seine Zuflucht zu nehmen. Das Holz, welches ein weit schlechterer Wärmeleiter als die Luft ist, das sich demnach weit langsamer abkühlt und erwärmt, muß immer dahin streben, sich mit derselben in's Gleichgewicht zu stellen, und sich selten in demselben befinden, weil in unseren Klimaten die Temperatur nie lange constant ist, sondern beständig nach der Jahreszeit, nach den Tagen und Stunden wechselt. Die Pflanze folgt diesen Abwechslungen, aber bloß von weitem, und scheint aber den vorhergehenden, als den wirklichen Zustand der Atmosphäre anzuzeigen. Ueberdies wird bei diesen Versuchen der Theil, in welchen die Kugel des Thermometers gesteckt ist, von dem aufsteigenden Safte durchströmt, der, nach außen geschützt, die Temperatur des Bodens in der Tiefe haben muß, wo er von den Wurzelspitzen eingesogen wird, und der Kühler als die Luft sein muß, wenn diese warm ist, und wärmer, wenn sie kalt ist. Kurz, wenn es eine Entwicklung von Lebenswärme gibt, so muß diese da stattfinden, wo unter dem Einflusse des Lebens jene chemische Verbindungen, von denen wir schon anderswo gesprochen haben, gegen die Peripherie und nicht gegen den Mittelpunkt hin, in den jungen und nicht in den schon verälteten Pflanzen auf eine thätige Weise vor sich gehen.

Diese Ansichten leiteten Durocher; und da die jungen Stämme, welche dem Thermometer nicht zugänglich waren, es für die Punkte seines thermo-elektrischen Apparates waren, so konnte er nachweisen, daß sie der Sitz einer zwar schwachen Wärmerezeugung seien, weil sie in den Pflanzen, wo sie ihr Maximum zeigte, höchstens 3 bis 4 Zehntelsgrade erreichte, und in andern nicht einige Hundertel überstieg. Sie verändert sich übrigens auch mit den Ursachen, nach welchen sich die Intensität der Lebenserscheinungen vermehrt oder vermindert, und auf diese Weise sieht man sie um so merklicher, je kräftiger die jungen Theile vegetiren, man sieht sie um so auffallender an den Stunden des Tages, wo diese Erscheinungen die größte Thatigkeit erlangen; man sieht, wie sie sodann stufenweise abnimmt, und bisweilen vollständig bei Nacht erlischt, während künstliche Dunkelheit sie nur mit der Länge der Zeit fortschafft. Sogar die Blätter, wenigstens bei gewissen Pflanzen, wo die Ausdünstung beinahe Null ist, und auch die Früchte zeigen, aber in einem weit geringeren Grade eine innere Wärmeentwicklung an.

§. 647. **Lichtentwicklung.** — Linne's Tochter bemerkte zuerst diese merkwürdige Erscheinung von Schimmer, der aus den Blüten der Kapuzinerpflanze hervorkam. Diese Beobachtung wurde später von Andern, und auch an andern Blüten, und besonders an Blüten wahrgenommen, deren Farbe gelb oder orangefarben mit glänzenden und goldartigen Färbungen ist, wie z. B. an der Sonnenblume, Ringelblume, Nelke und Sammetblume u. s. w. Vorzüglich sollen sich an Abenden, die auf einen heißen und gewittervollen Tag folgen, diese Blüte, und zwar mit der größten Lebhaftigkeit erzeugen, aber nie, wenn die Atmosphäre feucht ist. Nach dem Berichte eines Reisenden gibt es in Afrika eine Art Pandanus, wo der Reif der Blütenscheide, durch die Blüten, welche sie einhüllte, mit Geräusch und mit einem Lichtstrahle verbunden ist. Man führt phosphoreszirende Pilze an. In den Rhizomorpha, welche das Aussehen schwärzlicher Wurzeln haben, die sich durch das Gewebe abgestandener Hölzer, und an kühlen und dunkeln Oertern hinziehen, wird an den Endspitzen, welche eine weißliche Farbe und ein flockiges Gewebe haben, besonders an den jungen und kräftigen Zweigen, der oft starke Schimmer hervorgebracht. Delile bemerkte an dem Oelbaumschwamme erstens, daß die untere Fläche des Hutes, die, wo die Sporen angehäuft sind, oft leuchtend werde; zweitens, daß dies im Anfange, und in der größten Thätigkeit ihres Wachsens geschehe; drittens, daß sie bei Tage, selbst wenn man sie an den dunkelsten Ort stelle, diese Erscheinung nicht zeigen.

Bei allen vorhergehenden Beobachtungen begleitet das Lichtausstrahlen die Ausübung der Lebensverrichtungen zu der Zeit, wo sie am thätigsten ist, und in den Theilen, welche den Sauerstoff einsaugen und die Kohlensäure freimachen. Es ist also gerade so, wie bei der Wärme, und man möchte demnach behaupten, daß diese beiden Erscheinungen aus einer analogen Ursache, einer lebhaften Verbrennung fließen. Diese Annahme stützt sich überdies auf Versuche, welche mit den Rhizomorpha angestellt wurden, deren Licht in nicht athembaren Gasen erlosch, und sich in reinem Sauerstoffe wieder belebte. Indessen ist es doch nothwendig, vielfache, sorgfältige Versuche anzustellen und mit denselben abzuwechseln, bevor man sich für berechtigt halten darf, etwas Bestimmtes über einen so zarten Gegenstand auszusprechen.

§. 648. Man führt viele andere Beispiele von phosphorischem Leuchten an, das von vegetabilischen Substanzen in voller oder beginnender Zersetzung ausströmt, von Pilzen, von Hölzern, gewöhnlich wenn sie der Feuchtigkeit ausgesetzt wurden, nachdem sie im vollen Safte gefällt worden waren, u. s. w. Hier aber gehört die Erscheinung ganz in das Gebiet der Chemie, weil diese Gewebe, indem sie ihre organische Verbindung aufgeben und chemischen Verwandtschaften folgen, diese neuen Eigenschaften annehmen, welche denen ähnlich sind, die man häufig an thierischen Stoffen unter den nämlichen Umständen antrifft. Das Leuchten scheint seinen Hauptsitz in einer gallertartigen Substanz zu haben, die sich schichtenweise über die leuchtenden Flächen ausbreitet, und welche das Reiben nach Art des Phosphors entwickelt, verlängert und belebt.

Richtungen und Bewegungen der Pflanzen.

§. 649. Wir haben gesehen, daß die verschiedenen Theile der Pflanzen sich beständig nach einer und derselben Richtung hin entwickeln: die Wurzel nach dem Innern der Erde, der Stamm in umgekehrter Richtung nach dem Himmel, die Blätter nach dem Lichte. Man kann diese constante und nothwendige Richtung nicht bloß durch ihr Streben erklären, sich mit dem Mittel in Verbindung zu setzen, das ihnen die zur Ausübung ihrer Verrichtungen geeigneten Bedingungen darbietet; wie dies einige ganz einfache Versuche darthun. Man lasse ein Samenkorn in einem Apparate keimen, der so eingerichtet ist, daß sich das feuchte und dunkle Mittel, die Erde oder der mit Wasser getränkte Schwamm, über demselben und nicht wie gewöhnlich unten befinde. Das Würzelchen wird sich nicht durch Aufsteigen in dieselben verlieren, sondern in der Luft herabhängen; das Stämmchen wird nicht die unter ihm befindliche Luft und Licht suchen, sondern aufwärts steigen und sich in die Erde hinein machen. Man lege in einer kleinen Entfernung von dem auf

* Einige Schmarotzerpflanzen, die auf den Bäumen wachsen, die aus der Familie der Loranthaceen sind, und namentlich die Mistel, welche jene bei uns repräsentirt, machen eine Ausnahme von dieser Regel. Das Samenkorn der Mistel dringt sich durch den Bast, der dasselbe umgibt, an den Aesten an, kann, so angehängt, und richtet immer sein Würzelchen nach dem Mittelpunkte des Astes, sein Knöpfchen in entgegengesetzter Richtung. Auf einer Ringel, deren Drehung man abwechselnd verkehren kann, treibt das Würzelchen gleichfalls in einer Richtung nach dem Mittelpunkte. Auf einer Fensterscheibe strebt es immer nach dem Innern des Zimmers, es mag nun auf der innern oder äußern Fläche der Scheibe angebracht sein. Kurz immer nach dem dichte scheint sich das Knöpfchen zu richten, während das Würzelchen nach der Dunkelheit strebt.

diese Weise herabhängenden Würzelchen einen angefeuchteten Schwamm, der eine ebene Fläche darbietet; das Würzelchen wird nicht von seinem Wege abweichen, sondern fortfahren, in der leeren Luft parallel fortzugehen. Dieses umgekehrte Streben der beiden Theile der Pflanzenachse hängt also auf das Innigste mit ihrer Natur zusammen. Wir wissen übrigens, daß bloß die primäre Achse mit dieser Eigenschaft begabt ist, daß man sie an den secundären Achsen nur in einem schwächeren Grade beobachtet, die sogar vollständig verschwinden kann, wie dies die immer schiefere Richtung dieser Achsen und oft sogar ihr horizontaler Gang, z. B. in den Rhizomen beweisen.

§. 650. Wenn man diese natürliche Richtung der Theile zu ändern sucht, so nehmen sie dieselbe bald von selbst wieder an. Ein Ast, der mit Gewalt in eine horizontale Richtung gebracht worden war, richtet sich an seiner Endspitze, die sich verlängert, wieder in die Höhe, und fängt wieder zu steigen an: unter den nämlichen Umständen wird eine Wurzel gekrümmt, und fängt wieder an, hinabzusteigen. Knight gab eine sehr einfache Erklärung dieser Erscheinung an, indem er darauf aufmerksam machte, daß sich die Säfte in Folge der Schwere auf der ganzen unteren Fläche des horizontal gestreckten Astes anhäufen; daß die Anhäufung der Säfte in dieser ganzen Hälfte eine thätigere Entwicklung hervorbringe, deren Fasern sich in einer und derselben Zeit mehr verlängern, als die der oberen Hälfte, und daß daraus nothwendig hervorgehe, daß sie sich bogenförmig krümmen müsse, indem sie ihre convere Seite nach unten kehrt und demnach ihre Endspitze nach oben richtet. Was die Richtung der Wurzel anbetrifft, die sich nur an ihrem Ende verlängert, so erklärte er dies gleichfalls durch die Schwere, welche immer die Säfte an diesem unteren Ende anhäufen und dasselbe herab treiben muß. Die Theorie läßt sich aber nicht auf den Fall anwenden, wo die Richtung der Wurzel umgekehrt ist, noch auf den, wo die secundären Achsen von Natur aus einen sehr schiefen oder horizontalen oder sogar abfteigenden Gang annehmen, wie z. B. in gewissen Trauerbäumen.

§. 651. Dutrochet suchte in dem Bau der Theile selbst die Ursache, welche ihre Richtung bestimmt. Wenn in einer Masse von Zellgeweben die Zellen in einer gewissen Richtung hin in ihrer Dimension abnehmen, so daß sich auf einer oder mehreren Ebenen von größeren Zellen eine oder mehrere Ebenen von kleineren Zellen legen und wenn nun diese Zellen in Folge der Endosmose aufschwellen, so werden sich die größeren mehr und schneller füllen als die kleinern, ihre Ebene wird sich mehr als die Ebene dieser letzteren ausdehnen, und da diese Ebenen innig verwachsen sind, so müssen sie sich krümmen, indem die größere die Convexität des Bogens und die äußere seine Concavität einnimmt. Wenn also in einer Achse die Zellen von außen nach innen sich verringern, so wird ein Streben zur Krümmung einwärts stattfinden; verringern sie sich aber von innen nach außen, so findet ein Streben nach Krümmung auswärts Statt. Diese Bestrebungen äußern sich so lange nicht, als der Stamm ganz und in seinem ganzen Umfange gleich stark ist, weil die Seiten, welche gleichweit vom Mittelpunkte entfernt sind und sich in Beziehung auf diesen Mittelpunkt auf gleiche Weise zu krümmen streben, sich gegenseitig zu neutralisiren suchen. Man schneide aber den Stamm in zwei Längenhälften, oder so, daß eine von den Seiten schwächer als die gegenüberstehende sei, so ist das Gleichgewicht aufgehoben und die Krümmung beginnt. Die horizontale Lage strebt dahin, die Stärke der Endosmose in der Seite zu schwächen, welche nach unten gekehrt ist, und demnach die Krümmung entweder in der einen oder in der anderen Richtung zu bestimmen. Nun vermindern sich nach Dutrochet in den Stämmen, die mit einem reichlichen Mark versehen sind, von dem Mittelpunkte gegen die Peripherie hin die Dimensionen der in ihrer Totalität genommenen Zellen; in den Wurzeln, welche kein Mark haben und in welchen das Rindensystem eine weit größere Entwicklung erhalten hat, geschieht dies von der Peripherie gegen den Mittelpunkt hin. Wenn man sie in Folge der Stellung, die sich mehr oder weniger der horizontalen nähert, die sie angenommen haben werden, von ihrem natürlichen Streben entfernt, so wird die Kraft der Endosmose auf der Seite geschwächt, welche abwärts sieht; sie wird also das Streben der Seite, welche aufwärts sieht, nicht mehr neutralisiren, und diese wird sich in einer Richtung krümmen, welche die Anlage ihrer Zellenebenen vorschreibt, indem sie einen Bogen bildet, dessen Concavität bei einem Stamme aufwärts, bei einer Wurzel abwärts sieht, und ihre freie Spitze in dem ersten Falle nach oben, im zweiten nach unten richtet. Mag nun der Werth dieser Erklärung in Beziehung auf dieses so kitzliche Problem über die Richtung der Pflanzenachsen sein, welcher er will, so kann doch der Grund, auf welchem sie beruht, dazu beitragen, sich eine große Anzahl weniger verwickelter Fälle, wo eine Bewegung in Folge von Krümmung stattfindet und dies vermittelst einer schon bekannten Kraft, der Endosmose zu erklären, von welcher wir gesehen haben, daß sie eine so wichtige Rolle in der Bewegung der Flüssigkeiten spielen, und welche gleichfalls eine Rolle in der der festen Theile in Folge der ungleichen Aufschwellung zu spielen scheint, deren nebeneinanderliegende Theile fähig sind. Wir haben uns in alle die vorhergehenden Ausführlichkeiten einlassen müssen, obgleich bisher von keiner eigentlichen Bewegung die Rede gewesen ist und die Richtungsveränderungen, mit denen wir uns abgegeben haben, nur in Folge des Wachsthums durch den Zuzug neuer Theile zu den schon gebildeten Theilen stattfinden, und durchaus keine Ortsveränderung in denselben zur Folge haben.

§. 652. **Verschiedene Bewegungen.** — Das Aufspringen der Antheren und der Perikarpe ist mit einer Gestaltsveränderung verbunden; es ist oft sehr langsam, und wird nur stufenweise bewirkt, so daß es dem Beobachter keinen Gedanken an Bewegung gibt; es gibt ihn aber in andern Fällen, indem es rasch und fast plötzlich bewirkt wird. Wir haben anderswo (§. 45, 1, 508) den Mechanismus dieser Bewegung angegeben, welcher aus dem Bau der Theile entspringt: gewisse Punkte oder gewisse Linien zeigen weniger Widerstand, als die übrigen Theile der Wände; diese erweitern sich oder ziehen sich zusammen, entweder durch den Akt der Vegetation selbst, aus welcher die progressive Ausdehnung der Gewebe, der Zufluß der flüssigen Säfte zu einer gewissen Zeit, und ihre Verminderung zu einer anderen entspringen, oder durch die Einwirkung physischer Ursachen, die wie die Abwechslungen in der Temperatur in dem Feuchtigkeitszustande der Atmosphäre u. s'w. von außen kommen. Das rasche Aufspringen setzt immer einen gewissen Zustand von Spannung voraus, der gewöhnlich von einer Anordnung abhängt, die derjenigen ähnlich ist, welche wir (§. 651) bei den Achsen angegeben haben, nämlich von der ungleichen Ausdehnbarkeit der nebeneinandergesetzten Ebenen von Fasern oder Zellen, die sich durch den Einfluß der Endosmose füllen oder sich durch den flüssigen Verlust der flüssigen Theile nähren. Die Klappen sind bis zur Reife durch ihren gegenseitigen Antagonismus in ihren Verhältnissen geblieben, ist aber das Gleichgewicht einmal aufgehoben, so folgen diese getrennten Klappen ihrem eigenen Streben: sie richten sich auf, sie krümmen sich oder rollen sich auf verschiedene Weise auf. Dies kann man an den Fruchtknöpfen der

Euphorbiaceen, namentlich der elastischen, indianischen Nuß (Hura crepitans) und an dem Fruchtknopfe der Diosmeen sehen, wo sich sogar in Folge dieser ungleichen Spannungen die verschiedenen Schichten des Perikarps, das Mesokarp und das Endokarp unter sich trennen und verschiedene Formen annehmen, indem das erste aufrecht bleibt, das zweite sich kräftig umbiegt.

Jedermann kann sehen, wie sich die reife Kapsel der Balsamine in 3 Klappen theilt, wovon sich jede spiralförmig einwärts rollt. Dutrochet hat gezeigt, daß sich diese Bewegung vergrößert, wenn man die Klappe in reines Wasser taucht, daß sie in umgekehrter Richtung vor sich geht, wenn es in Zuckersyrup geschieht; daß sie, anatomisch untersucht, Zellen zeigt, die von außen nach innen abnehmen, daß es also eine wahre Krümmung durch Endosmose ist, indem diese Zellen mit einem Safte angefüllt sind, welcher dichter als Wasser und nicht so dicht als der Zuckersyrup ist.

Die Frucht der Eselsgurke (Momordica elaterium) löst sich zur Zeit der Reife von ihrem Blütenstiele ab und es zeigt sich an ihrer Grundfläche ein Loch, durch welches eine dicke Flüssigkeit, die in ihrem Fache enthalten ist, mit den Samenkörnern heftig nach außen gespritzt wird, und man kann bemerken, daß alsdann das Perikarp sich durch Verminderung des Durchmessers ein wenig verlängert, dies rührt daher, daß das Zellgewebe des Perikarps, wie das der Balsamine, von außen nach innen abnimmt, daß die in ihrem Innern enthaltene Flüssigkeit, welche sich um so mehr verdickt, je näher sie der Zeit der Reife kommt, nach Art des Zuckersyrups wirkt, und die Klappen aufzurichten strebt, und daß diese, welche auf diese Weise auf die Flüssigkeit drücken, und den Gipfel des Blütenstiels, der gleichsam zum Pfropfe dient, zurückstoßen, dieses sondere Aufspringen veranlassen.

Diese Bewegungen können aus physischen und mechanischen Ursachen erklärt werden. Wir wollen zu anderen übergehen, wo die Dazwischenkunft dieser Ursachen weit weniger deutlich ist, und um derentwillen unsere Unwissenheit sich oft genöthigt sieht, zu dem geheimnißvollen Agens des Lebens ihre Zuflucht zu nehmen.

§. 653. Wir wissen (§. 123), daß bei der größeren Mehrheit der Pflanzen die Blätter zwei Flächen zeigen, eine obere, die der Sonne, und eine untere, die der Erde zugekehrt ist. Wenn man diese Richtung umkehrt, so sucht das Blatt seine natürliche Lage wieder anzunehmen, indem es die Hinderniße überwindet, welche man ihm entgegengestellt hat, und wenn es nicht damit zu Stande kommen kann, so leidet es eine nachtheilige Veränderung, und stirbt endlich. An dem Blattstiele, oder wenn dieser fehlt, an der Einfügungsfläche, wird dieses Umkehren bewerkstelligt, und man darf es nicht der Elasticität der Fasern zuschreiben, die man gedreht hat und die sich wieder aufzudrehen suchen, weil, wenn die Umkehrung der Blätter von Natur aus, wie an den hängenden Zweigen, flattfindet, der Blattstiel sich von selbst dreht, um seine obere Fläche nach oben zu wenden. Das Umdrehen findet, so lange das Leben dauert, an Zweigen Statt, die von der Pflanze getrennt sind, an Blättern, ja sogar an Blattstücken, die man sorgfältig an einer hinlänglich beweglichen Stütze aufgehängt hat. Man darf die Ursache dieser Erscheinung durchaus nicht in den Verhältnissen des Blattes mit der Luft und dem Lichte suchen, sie findet auch in dem Wasser und in der Dunkelheit Statt.

§. 654. **Schlaf der Pflanzen.** — Demungeachtet äußert aber doch das Licht auf eine unbestreitbare Weise seinen Einfluß auf die Stellung der Pflanzen, wie dies die einfachste Beobachtung beweist und wie es auch das Studium ihrer Verrichtungen bestätigt. Wir sprechen hier nicht von dem Bestreben, welches die ganze Pflanze bei ihrem Entstehen dadurch äußert, daß sie sich gegen die hellste Seite hinneigt und hinwendet, und daselbst in größerer Menge ihre Zweige und ihre Blätter entwickelt, wie man dies an dem Rande der Wälder, an lichten Stellen u. s. w. sieht; denn sie muß sich wirklich besser auf der Seite entwickeln, wo sie die günstigsten Bedingungen zu Ausübung der Verrichtungen dieser Theile, und folglich zu ihrem Wachsthum und ihrer Vervielfältigung findet. Es ist hier die Rede von den Bewegungen, welche die Blätter, an und für sich betrachtet, vornehmen, um sich mit dem Lichte in Verbindung zu bringen, so daß sie oft mehr oder weniger jene andere Stellung des Blattes, das eine Seite gegen den Himmel, die andere gegen die Erde hinkehrt von auf verschiedene Weise nach der Beschaffenheit des mehr oder weniger hellen, mehr oder weniger vorangerückten Tages modifiziren. Diese Erscheinung kann nicht besser studirt werden, als wenn man sie in ihren entgegengesetztesten Bedingungen in Gegenwart des Lichts und in seiner Abwesenheit, bei Tag und bei Nacht untersucht. Wer nun in einem Dunkel, welches die Gegenstände zu unterscheiden gestattet, oder nur während der Dämmerung eine gewisse Anzahl von Pflanzen aufmerksam betrachtet, wird von der Mannigfaltigkeit des Aussehens betroffen sein, das viele unter ihnen mit demjenigen zeigen, das uns gewöhnlich ist, und einsehen, daß diese Veränderung von der neuen Stellung herrührt, welche die Blätter angenommen haben.

Dieser neue Zustand ist ihr Schlaf genannt worden; dieser Schlaf ist aber bei den verschiedenen Pflanzen ganz verschieden. Sie können, nachdem sie an ihrem Befestigungspunkte eine Viertelswendung gemacht haben, ihre Spitzen nach unten, wie in der unleidlichen Balsamine, oder nach oben kehren, wie in der Atriplex hortensis, indem sie ihre obere Fläche in dem ersten Falle, in dem zweiten die untere nach außen kehren. Oft aber richten sie sich nicht auf, oder kehren sich auch nur unvollkommener um.

Vorzüglich die zusammengesetzten Blätter sind dem Schlafe unterworfen und ergeben sich ihm mit den mannigfaltigsten Stellungen, weil sich bei ihnen nicht blos die Blattstiele auf dem Zweige, der sie trägt, sondern auch die besonderen Blattstiele auf dem gemeinschaftlichen, die Blättchen auf der Spindel bewegen können. Daher rühren nun drei Ordnungen von Bewegungen, die mit einander verbunden werden können. Bei den zusammengesetzten Blättern, die nur eine einzige, nämlich die der Blättchen zeigen, kann sich dieses aufrichten, z. B. bei der Sumpfbohne, dem Lotus, den Kleearten u. s. w. oder unmittelbar herabhängen, z. B. in dem Oxalis, dem Süßholze u. s. w., oder sich auf die Spindel herabschlagen, indem sie ihre Spitze vorwärts, wie z. B. in der Sinnpflanze und den meisten anderen Mimosen und ächten Akazien, oder rückwärts, wie in der Tephrosia caribæa richtet. In diesen beiden letzteren Fällen legen sich die Blättchen von hinten nach vornen oder von vornen nach hinten ziegeldachförmig über einander. Hat überdies noch der gemeinschaftliche Blattstiel eine eigene Bewegung, so richtet er sich entweder aufwärts, z. B. in den Cassien, oder abwärts, wie in der Amorpha, und macht also mit dem oberen Theil der Achse, welche ihn trägt, einen kleineren oder größeren Winkel als den Tag über. Wenn endlich an einem mehrfach zusammengesetzten Blatte die Blattstiele verschiedener Ordnungen sich zu gleicher Zeit über einander bewegen, wie man dies an der Sensitive sehen kann, so legen sich die besonderen Blattstiele von hinten nach vornen auf den gemeinschaftlichen zusammen und suchen parallel mit ihm zu werden und dieser von oben nach unten auf dem

Zweige. Begreiflich kann man zwischen diesen Richtungen dazwischenliegende beobachten, wie z. B. die der Blättchen, welche sich zu gleicher Zeit vorwärts und in die Höhe richten, der Blattstiele, welche mit der Achse, die sie trägt, Winkel von einer ganz veränderlichen Anzahl von Graden bildet. Es gibt wesentliche Verschiedenheiten, welche den Schlaf verschiedener Pflanzen unter sich charakterisiren, es gibt secundäre, welche eine und dieselbe Pflanze nach der mehr oder minder großen Intensität ihres Schlafes zeigen kann. So hängen bei der Sensitive die gemeinschaftlichen Blattstiele nicht immer während der Nacht herunter und die besonderen biegen sich nur nach der Zurückfaltung der Blättchen einwärts, so daß man aus diesen drei Graden beurtheilen kann, ob diese sonderbare Pflanze leicht oder tief schlafe.

§. 655. Der Zustand des Schlafes zeigt merkwürdige Beziehungen zu denen, welche die jungen, mannigfaltig gefalteten Blätter schon in der Knospenlage zeigen, und man kann den ersten gleichsam bis auf einen gewissen Punkt als eine Rückkehr in den zweiten betrachten. Daher kann man auch zu den von uns bereits angegebenen Modifikationen bisweilen einen Grad weiter hinzufügen, nämlich den, daß sich der Saum der Blätter selbst falte. Als Beispiel diene uns der von den nach außen doppelt zurückmengelegten Blättchen in den Papilionarien. Je näher die Blätter der Zeit der Knospenlage stehen, desto leichter kehren sie in die Stellung zurück, welche sie in dieser Periode ihres Lebens zeigten, desto mehr sind sie zum Schlafe geneigt und werden es mit ihrem Alter immer weniger. Die Weichheit der Gewebe, eine gewöhnliche Eigenschaft der Jugend, die Härte, welche sie immermehr mit dem Alter erlangen, sind Anzeigen ihres mehr oder minder großen Hanges zum Schlafen. Die dicken, lederartigen oder steifen Blätter sind demselben nicht unterworfen, und die, welche es sind, sind immer mehr oder weniger weich oder dünn. Man bemerkt in denselben auch in den meisten Fällen das Dasein der Gelenke, welche so geeignet sind, das Spiel der Theile zu begünstigen, und sie nehmen in dem Einfügungspunkte der Blätter und der Blättchen eine ganz besondere Entwicklung in den Pflanzen an, die wir mit dieser Fähigkeit bezeichnet haben, wie z. B. in den Mimosen und vielen andern Leguminosen.

§. 656. An düsteren Tagen sieht man, wie die Blätter gar nicht aufwachen, oder weit früher einschlafen, und der Uebergang vom Hellen zum Dunkeln, wenn sich das Wetter bei Annäherung eines Gewitters überzieht, läßt sich an den Pflanzen wahrnehmen, welche am meisten eines Eindrucks fähig sind. Wenn man die Pflanzen dem Einflusse des Lichtes dadurch entzieht, daß man sie bedeckt oder sie in ein ganz dunkles Zimmer stellt, so nehmen sie, die einen früher, die anderen später, die Stellung des Schlafes an. Erhellt man das Zimmer stark, so kehren sie in den Zustand des Wachens zurück, und richten sich nach und nach wieder auf. Decandolle, dem man eine Reihe sinnreicher Versuche in dieser Beziehung verdankt, hatte es dahin gebracht, Sensitiven und einige andere Pflanzen gewissermaßen zu täuschen, und ihre Zeit zu verrücken, indem er sie in einer künstlichen Dunkelheit schlafen, und bei Nacht beim Lampenscheine wachen ließe. Es kann also in Beziehung auf den Einfluß, den das Licht auf diese Erscheinung ausübt, kein Zweifel obwalten.

§. 657. Indessen finden wir hier eben so, wie bei der natürlichen Richtung der Blätter (§. 653) einige Thatsachen, welche zu beweisen scheinen, daß das Licht nicht das einzige Agens sei. Wenn es Pflanzen gibt, welche auf diese Weise ihre Gewohnheiten ändern, je nachdem man seine Wirkung abwechseln läßt, so gibt es wieder andere, welche, weniger gefällig, sie nicht verlieren, welche sogar in der Dunkelheit bei Nacht zu schlafen, und bei Tag zu wachen fortfahren. Die Sensitive selbst, welche jedes natürlichen oder künstlichen Lichtes beraubt ist, zeigt Abwechslungen im Schlafen und Wachen; sie werden aber sehr unregelmäßig. Die Pflanzen aus den Aequatorial-Gegenden behalten in unseren Treibhäusern trotz der ungleichen Eintheilung der Tage und Nächte, die nämlichen Gewohnheiten zum Schlafe, die man an ihnen in ihrem Geburtslande kennt, wo die Nächte den Tagen gleich sind. Ueberdies sind auch die Stunden bei den verschiedenen Pflanzen verschieden, die sich nicht alle nach dem Tage richten, und wovon einige mehr oder weniger früh aufwachen oder sich schlafen legen.

§. 658. Das Licht wirkt auch auf die Blüten auf eine ähnliche Weise, jedoch mit einigen Verschiedenheiten, welche von der Verschiedenheit ihres Baues, und demnach ihrer Verrichtungen abhängt. Gewisse Blüten nehmen auf ihren Blütenstielen in den verschiedenen Stunden des Tages verschiedene Stellungen an, so daß sie immer der Sonne zugekehrt sind, und daher rührt denn auch ihr Name Heliotrop (von ἥλιος Sonne, τροπή das Wenden). In dieser Beziehung führt man unsere Sonnenblume an (Helianthus annuus), wo die Beobachtung wegen der Größe des Blütenkorbes, der seine zusammengesetzte Blüte bildet, leicht anzustellen ist: da man aber bisweilen auf dem nämlichen Stamme mehrere Blüten sieht, welche zu derselben Zeit nach verschiedenen Punkten des Horizontes hingekehrt sind, so ist diese Eigenschaft wenigstens problematisch.

§. 659. Eine konstantere Erscheinung ist die des Aufgehens gewisser Blüten zu gewissen Stunden, ihres Schließens zu gewissen andern. Man hat auch von ihnen gesagt, daß der erste Zustand ihr Wachen der zweite ihr Schlaf sei, und da diese verschiedenen Blüten sich zu verschiedenen Stunden öffnen oder schließen, so gestatten es ihre Gewohnheiten, wenn sie einmal bekannt sind, die Stunde des Tages durch ihren Uebergang von dem einen dieser Zustände in den andern zu bestimmen. Dies nannte Linné die Blumenuhr und die Tafeln, welche er zu ihrer Bildung verfertigte, sind durch andere Beobachtungen erweitert worden. Trotz aller Genauigkeit aber, die man ihnen zu geben suchte, ist die Uhr durchaus nicht richtig, was sehr leicht vorauszusehen war, wenn man überlegte, daß sich besonders in unserem Klima nicht alle Tage einander gleichen, daß die Blütenzeit gewisser Pflanzen sich lange Zeit verlängert und sich sogar in verschiedenen Jahreszeiten erneuert und daß das so ungleich vertheilte Licht das Zustrumment gerade wegen seiner außerordentlichen Feinheit oft aus der Ordnung bringen müsse.

§. 660. Die Blumenblätter oder die Eintheilungen, welche sie vorstellen, haben in Beziehung auf einander eine gewisse Stellung, die wir vorzüglich in der Präfloreszenz (§. 394) deutlich gesehen haben. Um sich zu entfalten, entfernen sich diese Theile von einander, indem sie ihr äußerstes Ende von innen nach außen und von oben nach unten richten. Wenn sie sich wieder schließen, so laufen sie aufs Neue zusammen, indem sie eine Zurückrollung in entgegengesetzter Richtung bewirken, und streben darnach, ihre frühere Verhältnisse mehr oder weniger genau wieder anzunehmen, wie wir gesehen haben, daß sich die Blätter während des Schlafes gruppirten und sich auf die nämliche Art deckten, wie in der Knospenlage.

§. 661. Aber in dem Leben der Blüten, welches weit vergänglicher als das der Blätter ist, zeigen sich die Abwechslungen des Wachens und des Schlafes nur einige wenige Male, in den meisten Fällen nur einmal. Man hat eintägige Blüten diejenige genannt, welche sich nur einen Tag lang

öffnen, und sich wieder schließen, um sich nicht mehr zu öffnen. Aequinoktialblüten diejenige, welche sich mehrere Tage hinter einander wieder öffnen und wieder schließen. Man unterscheidet sie auch noch in Tagblüten und Nachtblüten; denn wenn sich die meisten bei Tage entfalten, so gibt es wieder andere, welche bei Tag geschlossen sind, und sich bei Nacht öffnen.

§. 662. Diese Erscheinung der nächtlichen Entfaltung scheint bei dem ersten Anblick den Gewohnheiten der Blätter geradezu entgegengesetzt zu sein, bei welchen immer die Abwesenheit des Lichtes den Schlaf bestimmt; wenn wir indessen bedenken, daß sich gewisse Blätter in die Höhe richten, um zu schlafen, während andere sich niedersenken, so werden wir einsehen, daß man an den Blüten nur diese gedopvelte Bewegung findet, und daß der Unterschied vorzüglich darin liegt, daß in diesen zwei Ordnungen von Organen der Zustand des Schlafes nicht auf die nämliche Weise streng bestimmt ist.

Ueberdies äußern die Abwechslungen in dem Zustande des Tageslichtes ihren Einfluß auf die Blüten wie auf die Blätter, und durch Versuche, die mit Hülfe einer künstlichen Dunkelheit oder eines künstlichen Lichtes angestellt wurden, hat man es ebenfalls dahin gebracht, ihre Gewohnheiten zu ändern, ihre Zeit zu verrücken. Es ist also anzunehmen, daß so ähnliche Erscheinungen aus einer gemeinschaftlichen Ursache fließen, und daß auch durch einen ähnlichen Mechanismus alle diese Bewegungen bewirkt werden müssen. Da sie immer aus Krümmungen, Biegungen oder Wiederaufrichtungen entstehen, so wendet Dutrochet natürlicherweise die Theorie auf sie an, welche wir weiter oben (§. 651) angegeben haben, nämlich die von der ungleichen Ausdehnbarkeit der in einem und demselben Gewebe nebeneinanderliegenden Schichten; wir haben gesehen, wie sie der Zufluß der Flüssigkeiten durch Endosmose ins Spiel bringt. Dutrochet nimmt überdies das Zuströmen eines Gases, des Sauerstoffes an, dem ein anderer Weg, nämlich der der Luftgefäße und der Fasern geöffnet wäre, dessen Wirkung, die entgegengesetzte von der mit Flüssigkeiten angefüllten Zellen, bei Nacht ausgeübt würde, während die andere bei Tag stattfindet und auf diese Weise die Abwechslungen des Schlafes und des Wachens herbeiführte.

§. 663. Bei dieser Untersuchung der täglichen Bewegungen der Blüten darf man dem Lichte allein nicht den ganzen Einfluß zuschreiben; die Wärme übt unstreitig einigen Einfluß aus, wie man sich durch die Stellung überzeugen kann, welche man sie an sehr heißen Tagen annehmen sieht. Geschieht dies durch sie allein, geschieht es dadurch, daß sie den hygrometrischen Stand der Atmosphäre ändert, deren Rolle für gewisse Pflanzen sehr wichtig ist, die man auch aus diesem Grunde mit dem Namen der meteorologischen bezeichnet und welche bestimmt sind, durch die Richtungen und Krümmungen ihrer Blumenblätter die Trockenheit oder Feuchtigkeit der Luft, die sich an ihren Geweben wahrnehmen läßt, anzuzeigen? Die Regenringelblume (Calendula pluvialis) hat diesen Namen von der Eigenschaft erhalten, sich zu schließen, wenn sich das Wetter zu Regen hinneigt. Man sagt, daß sich in dem ähnlichen Falle mehrere Chicoraceen des Morgens nicht öffnen und daß der Sonchus sibiricus dasselbe den Abend zuvor anzeigt, indem er sich gegen seine Gewohnheit des Abends nicht schließt. Man hat es demnach versucht, einen Blumenhygrometer zu machen, aber er ist noch unzuverlässiger als die Blumenuhr. Was indessen aus all den vorhergehenden Beobachtungen erhellt, ist die Vorsicht, welche man bei den Schlüssen anwenden muß, welche man daraus ableitet, weil eine solche Verwicklung von Ursachen stattfindet, und weil der Regen z. B. auf drei verschiedene Arten zugleich wirken kann, indem er die Atmosphäre verdunkelt, sie abkühlt und mit Feuchtigkeit sättigt.

§. 664. Die Bewegungen, die man an den Staubgefäßen und Pistillen beobachtete, mußten um so mehr die Aufmerksamkeit fesseln, als sie, an den Akt der Befruchtung geknüpft, diese durch Annäherung dieser Theile und Ausstreuung des Pollen begünstigen. Wirklich zeigen sich auch in dem Augenblicke, wo dieser Akt vor sich geht, in dem Augenblicke der Entfaltung, diese Bewegungen in gewissen Blüten deutlich; sie finden in der Knospe nicht Statt, sie hören mit der Blütezeit auf, und können eben so wenig vorher als nachher wieder hervorgerufen werden. Durch die Krümmung ihrer Staubfäden bringen die Staubgefäße ihre Antheren der Narbe näher. Man kann dies an vielen Blüten, z. B. an der Raute, sehen, und man wird bemerken, daß von den acht Staubgefäßen, welche in zwei Reihen liegen, die äußeren, welche mit den Blumenblättern gegenständig sind, sich zuerst neigen, die inneren etwas später. Diese Erscheinung ist besonders auffallend in der Parnassia, und die fünf Staubgefäße krümmen sich einwärts, und legen sich nacheinander auf die Narbe, wie wenn dies nach ihrer Einfügungsordnung geschieht; die Zehn von der Saxifraga tridactylites bewegen sich paarweise auf die nämliche Art.

In andern Fällen begibt sich der Griffel auswärts nach den beweglichen Staubgefäßen hin, wie z. B. in den Passionsblumen, einigen Nachtkerzen, und Cactus, der Nigella sativa u. s. w. Man hat sogar bisweilen eine ziemlich starke Abweichung bemerkt, damit sich der Griffel einer Blüte mit den Staubgefäßen einer andern in Verbindung setze; z. B. in einer Art Collinsonia.

Endlich können diese beiden Bewegungen zu gleicher Zeit stattfinden, die Narbe und die Antheren können sich gegen einander hinneigen, entweder mit einander, oder so, daß Staubfäden und Griffel mit einander abwechseln, z. B. in den Malven und andern Blüten aus der Familie der Malvaceen, der Nachtkerzen u. s. w.

In den meisten Fällen fällt diese Bewegung nur einmal in dem Leben der Pflanze vor, es ist seltener, sie mehrere Male sich wiederholen zu sehen. Können sie mit denen der Blätter und der Blumenkronen verglichen werden? Medikus sah, wie sie in der Boerhaavia diandra in den verschiedenen Phasen des Tages verschieden waren, und sich bei Nacht so modifizirten, daß das Pistill, welches des Morgens auf der Seite der Blüte lag, sich gegen 10 — 11 Uhr nach und nach gegen den Mittelpunkt hin aufrichtete, bis die Narbe irgend einer von den Antheren begegnete; daß hingegen des Abends die Staubgefäße seitwärts lagen und sich ihrerseits aufrichteten, um das Pistill aufzusuchen. Es fand also eine gewisse Beziehung zwischen dem Gange dieser Organe und dem des Lichtes Statt, welches auf sie seinen Einfluß ausübte, welcher bei den meisten Pflanzenerscheinungen so mächtig ist.

§. 665. Demungeachtet können ihn andere Agentien in Bewegung setzen, und wir gelangen hier zu einer der sonderbarsten Erscheinungen, welche bis jetzt noch am wenigsten erklärt worden sind, nämlich die der mehr oder minder raschen Bewegungen, welche durch die Berührung eines fremden Körpers hervorgebracht werden. Schon vor mehreren Jahrhunderten hatte man die Bewegung der Staubfäden des Mauerkrautes, wenn man sie berührt, bemerkt, in Folge deren das Aufspringen der Antheren stattfindet. Wenn man an einem Sauerdorne, wenn auch nur sehr leicht, und fast unmerklich, die Grundfläche eines der Staubfäden berührt, so krümmt er sich sogleich, wie wenn man eine Feder losließe, legt sei-

nen Staubbeutel auf die Narbe, und nimmt sodann etwas langsamer seine vorige Stellung wieder an, und dieser Versuch kann mehrere Male wiederholt werden. In den Cistinäen, in der Sparmannia übt der Reiz der gleichfalls an der Grundfläche der Staubfäden verursacht wurde, eine ganz entgegengesetzte Wirkung aus, weil sie sich von innen nach außen werfen, und sich auf diese Weise von dem Pistille entfernen, sie kehren aber sogleich mit größerer Kraft zurück, wie eine Feder, die man in einer entgegengesetzten Richtung von ihrer ursprünglichen Richtung biegt. In den Lobelia, dem Gnadenkraute, den Enzianen bewegen sich die Narben durch die Anwendung eines fremden Reizmittels, und man sieht alsdann, wie die beiden Platten von der Narbe mehrerer Bignonien (Fig. 3b6), die zur Zeit der Blüte von einander entfernt stehen, sich einander nähern und sich zusammenziehen. Die Narbe der Goudlia anisophylla, welche nach einer Richtung hin gekrümmt ist, richtet sich auf, wenn man sie reizt, krümmt sich sodann nach entgegengesetzter Richtung, und setzt sich auf diese Weise mit den Sammelhaaren der Korolle, die ganz mit Pollenkörnern bedeckt sind, in Verbindung. In den Stylidium bilden die mit dem Griffel verwachsenen Staubfäden eine Säule, welche gewöhnlich aufwärts von der Blüte gebogen ist, die sich aber plötzlich erhebt; so wie man sie an ihrer Krümmung berührt, die Blumenkrönchen der Disteln und anderer Pflanzen aus derselben Familie zeigen, wenn man sie berührt, eine Art von Schaukeln, das von der Zusammenziehung ihrer Staubfäden herrührt, welche auf der Korolle eingefügt sind, die sie auf diese Weise in ihre Bewegung mit fortreißen.

Diese Aufregung, welche wir künstlich bewerkstelligen, wird häufig in der Natur durch den Stoß der Luft, oder der kleinen Körper, welche sie mit sich führt, und vorzüglich durch die Thätigkeit der Insekten erzeugt, die sich auf die Blüten setzen und sich innerhalb derselben bewegen, indem sie die Säfte der Antheren und der Narben einsaugen. Uebrigens findet die Bewegung bisweilen ohne scheinbare Erregung, z. B. an dem Stylidium gegen die Mitte sehr heißer Tage hin Statt, und man hat bemerkt, daß sie alsdann weit langsamer und regelmäßiger ist.

§. 666. Vorzüglich an den Blättern hat man die Bewegung untersucht, welche von einer von außen kommenden Aufregung erzeugt wurden, und Jedermann kennt die Senssitive, welche man wahrhaft klassisch in dieser Beziehung nennen kann. Ihre doppelt gefiederten Blätter bestehen aus einem gemeinschaftlichen, etwas aufrechten Blattstiele, aus vier besonderen Blattstielen, wovon zwei an dem Ende des vorhergehenden liegen, und zusammenlaufen, zwei ein wenig weiter unten sind und in einen fast rechten Winkel ausgehen; jeder von ihnen trägt mehr als zwanzig Paare kleiner horizontaler Blättchen; die Blattstiele und die Blättchen sind an ihrer Grundfläche gegliedert, die in eine kleine zellige Masse gewölbt ist, in welcher die Gefäßbüschel kreisförmig in der Nähe der Peripherie stehen. Dies ist die Stellung der dem Lichte ausgesetzten Theile. Rührt man nun die Pflanze etwas stark an, so sieht man, wie sich auf der Stelle die Blättchen schief aufrichten, so daß sich die von einem und demselben Paare mit der oberen Fläche auf einander legen und daß alle die, die zu einer Reihe gehören, sich von unten nach oben ziegeldachförmig legen; sodann schlägt sich der gemeinschaftliche Blattstiel nieder und wird hängend, endlich biegen sich die vier besonderen Blattstiele, indem sie gegen einander zusammenlaufen, und auf diese Weise mit dem gemeinschaftlichen Blattstiele, an dessen Ende sie hängen, parallel zu werden suchen. Dies ist genau die nämliche Stellung, welche alle diese Theile im Schlafe annehmen. Wenn man, anstatt die Pflanze zu rütteln, ein einziges Blättchen, oder noch besser, seine grundständige Wölbung anrührt, so richtet sie sich, wie zum Schlafen her, sodann machen die zunächststehenden diese Stellung nach einander nach: ist es ein Blättchen von den untern Paaren, so geht die Aufrichtung von unten nach oben, ist es eines von den obern Paaren, so geht sie von oben nach unten. Die Empfindlichkeit ist um so lebhafter, je jünger und gesünder die Pflanze, je heller und reiner das Wetter mit einer gewissen Mischung von Feuchtigkeit ist. Sind diese Bedingungen beisammen, so reicht der geringste Stoß, ein Hauch, die Gegenwart eines unbedeutenden Insektes hin, um diese Erscheinungen zu erregen, deren Intensität und Ausdehnung immer denen der Erregung proportionirt sind, und wenn diese nur etwas stark ist, so theilt sich die Bewegung nicht bloß den Blättchen mit, welche die Nachbarn von den berührten sind, sondern von dem besonderen Blattstiele, der sie trägt, den drei andern, so wie dem gemeinschaftlichen Blattstiele, und oft sogar nach und nach von unten nach oben den andern Blättern des Zweiges mit. Die Natur des stoßenden Körpers scheint ganz gleichgültig zu sein. Aber nicht bloß die mechanische Erregung bringt diese Bewegungen hervor, eine chemische Erregung erzeugt eine ähnliche Wirkung, wie man sich davon überzeugen kann, wenn man ein kleines Tröpfchen einer concentrirten Säure auf ein Blättchen, aber so sachte bringt, daß es nicht davon bewegt wird, oder wenn man auf einen Punkt die vermittelst eines Brennglases conzentrirten Sonnenstrahlen fallen läßt. Man kann alsdann die Reihe der Veränderungen, welche mit vieler Langsamkeit, aber auch mit mehr Allgemeinheit vor sich gehen, recht gut verfolgen. Die verschiedenen Punkte pflanzen sich nicht gleich gut die Erregung fort, wie wir weiter oben gesagt haben, indem wir in dieser Beziehung die abgegliederten Wölbungen empfahlen, aber auch bei diesen sogar bemerkt man eine ungleiche Vertheilung der Empfindlichkeit. Wenn man nämlich die Grundfläche des Blattstiels an seinem oberen Theile berührt, so erzeugt man nichts, berührt man ihn an seinem untern Theile, so sieht man, wie er sich augenblicklich neigt.

§. 667. Wir haben die Senssitive als das auffallendste Beispiel von der merkwürdigen Eigenschaft, mit der wir uns beschäftigen, angeführt. Andere Pflanzen aus der nämlichen Gattung (Mimosa), oder aus der nämlichen Familie (Leguminosen) zeigen sie auch in einem merkwürdigen, obgleich geringeren Grade, sowie andere, die zu ganz verschiedenen Familien gehören, wie mehrere Oxalideen und die merkwürdige Pflanze, welche unter dem Namen Fliegenfänger (Dionæa muscipula) bekannt ist, deren Blatt sich bei der Berührung um ihren Mittelnerven faltet und auf diese Weise die Insekten fängt, welche sich auf dasselbe setzen. Uebrigens ist anzunehmen, daß diese Reizbarkeit weit allgemeiner verbreitet ist, als man anfänglich glaubte, und daß sie an vielen andern Pflanzen, sogar an denen, welche wir täglich sehen, nur darum der Beobachtung entgeht, weil sie weit schwächer und weit langsamer ist und weil die Erregung sehr stark sein muß, um weit weniger in die Sinne fallende Resultate hervorzubringen. Die Blätter von den Sauerkleearten, welche auf unseren Feldern so gewöhnlich sind (oxalis stricta, o. corniculata, und in einem weit schwächeren Grade die o. acetosella), wenn man sie leicht, aber wiederholt, schlägt, nehmen nach Verlauf einer oder zwei Minuten die Stellung des Schlafes an, legen auf den Mittelnerven ihre leicht gekrümmten Blättchen zusammen, und lassen ihren Blattstiel hängen. Werden die Blätter der gemeinen Akazie (Robinia pseudo-acacia) lebhaft bewegt, so zeigen sie nach Verlauf einiger Zeit die nämliche Stellung wie bei Nacht. Vielleicht rührt das besondere Aussehen, welches viele

unserer Pflanzen bei starken Winden annehmen, von ähnlichen Veränderungen her, welche aus den heftigen und wiederholten Erschütterungen entstehen, die sie alsdann erleiden.

§. 668. Alle Bewegungen, welche wir bisher beschrieben haben, waren intermittirend, und zeigten sich bloß zu gewissen Zeiten entweder des Tages oder während des Lebens der Pflanze, oder sie werden von einer bekannten und fremden Ursache veranlaßt. Bei einer sehr kleinen Anzahl von Pflanzen kann man welche beobachten, die durch ihre Freiwilligkeit, und ihre Ununterbrochenheit eine besondere Erwähnung und ein besonderes Studium verlangen. Man beobachtet sie an einigen tropischen Arten, aus der Gattung Desmodium (das ehemals mit dem Hedysarum verwechselt wurde), und besonders an dem D. gyrans. Seine Blätter bestehen aus drei Blättchen: das eine ist gipfelständig, groß und allein den Abwechslungen des Wachens und des Schlafes unterworfen. Die beiden andern sind wechselständig und sehr klein. Diese sind bei einer warmen Witterung in einer beständigen Bewegung, indem sie sich dem gemeinschaftlichen Blattstiele nähern und sich von demselben entfernen, sich abwechselnd erheben und herablassen, und diese Bewegung wird bei Nacht nicht unterbrochen. Wenn man sie aufmerksam untersucht, so findet man, daß diese kleinen Blättchen auf gewölbten Blattstielchen stehen; daß diese sich abwechselnd nach einer Richtung und nach einer andern krümmen, indem sie sich leicht drehen, daß sie sich bogenförmig nach innen krümmen, sich sodann wieder aufrichten, um sich nach außen zu krümmen, eine Stellung, in welcher sie vorzugsweise zu beharren suchen; daß übrigens der Saum für sich selbst keine Bewegung hat, sondern daß er bei seinen Betreben, durch sein eigenes Gewicht zurückzufallen, das des Blattstieles, an dessen Ende er sich schaukelt, augenscheinlicher macht und steigert. Wir haben also hier abermals ein Resultat der Krümmung, und es ist anzunehmen, daß sie mit der Einwirkung des Lichtes, mit dem Athmen und mit der Ausdünstung der Blätchen in Verbindung stehen. Es ist auch wirklich unbestreitbar, daß die Bewegungen derselben im Dunkeln viel langsamer vor sich gehen, und sogar oft stille stehen, daß sie sich wieder beleben und sich bei einem entweder natürlichen oder künstlichen Lichte vervielfältigen. Man stellt sie ein, indem man auf die Oberfläche des Saumes eine schwache Gummischichte aufträgt, die sich der Ausübung seiner Verrichtungen dadurch widersetzt, daß sie dieselbe undurchdringlich macht, sodann stellt man sie oft dadurch wieder her, daß man durch Wasser diese Schichte wiederum auflöst, wenn man sie nicht zu lange darauf gelassen hat. Wenn man den Saum so abschneidet, daß man nur einen kleinen Theil unten läßt, so bewegt er sich ziemlich lange fort, bleibt aber endlich stehen, während das unversehrte entgegengesetzte Blättchen seine Bewegung fortsetzt. Zerschneidet man ihn der Länge nach in zwei Hälften, so sieht man, wie sich beide so lange fortbewegen, als sie nicht vertrocknet sind. Die Erscheinung ist also nicht so verschieden, als sie es im ersten Augenblicke von derjenigen zu sein scheint, welche die täglichen Bewegungen zeigen, und vielleicht begünstigt die Kleinheit der Säume in Beziehung auf die Blattstiele ihr Kundthun, welches in einigen andern Pflanzen nicht stattfinden kann, wo die Theile bei einem ähnlichen Bau verschiedene Größen zeigen.

§. 669. Man hat eine stetige Bewegung in einigen Blüten, namentlich in denen gewisser Orchideen, z. B. die Pterostylis, dem Megaclinium falcatum bemerkt. Eine von den sechs Eintheilungen der Blütendecke, welche durch eine besondere Form merkwürdig und unter dem Namen Lippchen bekannt ist, bewegt sich auf diese Weise. Es setzt sich durch seine Abgliederung mit dem übrigen Theile der Blüte durch eine fadenförmige Verengung fort, welche gewissermaßen den Blattstiel von dem Blätchen des Desmodium gyrans vorstellt und welche auf die nämliche Weise die Bewegung des Saumes bewirkt, den sie trägt, indem sie sich abwechselnd in unregelmäßigen Zwischenräumen erhebt und niederläßt.

§. 670. Wir haben die vorzüglichsten Thatsachen in Beziehung auf die Beweglichkeit der Pflanzen vorgetragen. Wir haben gesehen, daß die meisten ihrer Bewegungen aus der Krümmung entstehen, deren Mechanismus bis auf einen gewissen Grad hin eingesehen werden kann. Aber welche Ursache setzt diesen Mechanismus ins Spiel? Man begreift gar wohl, daß die Abwechslungen des Lichts, welche entsprechende Veränderungen in der Art und Weise hervorbringen, wie die jungen, geschmeidigen und vollsaftigen Theile ihre Verrichtungen verwalten, in den verschiedenen Phasen des Tages die Menge der Flüssigkeiten in den Zellen modificiren können, und wenn der Zustand des Aufrollens derselben, in Verbindung mit ihren ungleichen Dimensionen, die Gewebe nöthigt, sich in der einen oder in der andern Richtung zu krümmen, so erklärt man sich die Erscheinungen des Wachens und des Schlafes recht gut. Man begreift ferner, wie eine starke und einige Zeitlang anhaltende Erregung den Zufluß von Flüssigkeiten, das Aufwallen derselben und die darauf folgende Krümmung herbeiführen könne.

§. 671. Es bleiben aber noch viele andere, unerklärliche Umstände übrig. Die empfindlichen Pflanzen, welche in eine permanente Dunkelheit versetzt sind, sollten in einem gewissen Zustande von Gleichgewicht und Unbeweglichkeit, von Schlaf oder wenigstens Halbschlaf bleiben, weil ihre Verrichtungen, wenn sie nicht vollständig unterdrücken werden, alsdann auf eine stetige und gleichförmige Weise vor sich gehen müssen. Obgleich sich indessen die Pflanzen in unveränderlichen Bedingungen, welche einen gleichfalls festen Zustand herbei führen sollten, befinden, so nehmen sie doch ihre Gewohnheiten bald wieder an, welche sich bloß durch eine größere Unregelmäßigkeit unterscheiden (§. 657). Auf der andern Seite haben wir diese plötzlichen Bewegungen durch die Einwirkung eines Reizes, der von außen kommt, und dessen Wirken zu augenblicklich ist, um sich durch einen Zufluß von Flüssigkeiten erklären zu lassen, welcher nothwendigerweise einige Zeit erfordern würde, um Stellungsveränderungen herbeizuführen, welche so ausgezeichnet sind, wie die, welche man z. B. an der Sensitive bemerkt, kennen gelehrt. Diese Veränderungen könnten zwar in dem Gleichgewicht der Gase, denen Dutrochet einen Theil der Krümmungserscheinungen zuschreibt, weit schneller bewirkt werden. Man hätte aber immer noch sowohl das constante Vorkommen dieser Gase in den Wegen, die man ihnen anweist, als auch, wie die äußere Erregung die plötzliche Entwicklung derselben hervorbringe, zu beweisen.

§. 672. Viele Naturforscher, betroffen von der Unzugänglichkeit dieser mechanischen oder physischen Wirkungen, um die Bewegungen in den Pflanzen zu erklären, sind also geneigt, in denselben, ein Princip anzunehmen, das dem der thierischen Reizbarkeit ähnlich ist. Sie stützen sich auf die Schnelligkeit, mit welcher die Erregung von einem Punkte der Pflanze zu einem andern mehr oder weniger entfernten Punkt, wie durch eine Art von Sympathie fortgepflanzt werden könne. Sie stützen sich darauf, daß die Erregbarkeit, welche in den jungen und lebensvollen Theilen weit lebhafter ist, sich mit dem Alter abstumpfe, und in den verälteten Theilen verschwinde; darauf, daß sie, wenn sie lebhaft und in äußerst nahe liegenden Zeittheilen wiederholt in's Spiel ge-

setzt werde, sich schwäche und aufhöre, um sich gewissermaßen wieder zu erholen, und sie nach einem hinreichenden Zeitraume von Ruhe wieder zu beleben; auf jene Nothwendigkeit eines Schlafes, der mit dem Wachen abwechselt, und der beim Ersetzen der Verluste in der Jugend weit nothwendiger und tiefer ist und mit dem Alter seine Dauer und seine Intensität verliere, und sich in dem hohen Alter in eine Art von permanenten Halbschlaf verwandle; auf die Art Instinkt, nach welchem die Pflanzentheile die Stellungen oder die Richtungen annehmen, welche der freien Ausübung ihrer natürlichen Verrichtungen und der Befriedigung ihrer Bedürfnisse günstig sind, und um wieder dahin zu gelangen, die Hindernisse übersteigen, welche sich ihnen entgegen stellen. Diese Akte scheinen ihnen ganz zu der nämlichen Ordnung zu gehören, wie die, welche in ähnlichen Fällen die niederen Thiere vornehmen, und sie erkennen demnach unter den mechanischen und physischen Kräften, welche nur das Vollziehungsmittel sind, eine Lebenskraft an, welche dieselbe in's Spiel setzt. Zu Unterstützung ihrer Meinung machen sie auch noch die Wirkung der narkotischen Saften geltend, welche in Folge der Einsaugung in die Pflanzen gebracht, in denselben bald die Bewegung verzögern und ganz aufheben, wie sie es bei den Thieren thun. Dieser letzte Beweis verliert aber seine Kraft durch andere Versuche, welche beweisen, daß andere vollkommen unschädliche Extraktivstoffe, wenn sie von der Pflanze eingesogen werden, gleichfalls in derselben die Erregbarkeit unterdrücken, und daß sie demnach nicht als giftige Stoffe, sondern bloß als fremdartige Stoffe, die Lebenserscheinungen unterbrechen. Ein anderer Einwurf ist der, daß der Schlaf bei den Pflanzen nicht, wie bei den Thieren, einen allgemeinen Zustand der Erholung hervorbringe. Er ist vielmehr ein Zustand der Spannung, zwar dem des Wachens entgegengesetzt, aber oft gleich charakteristisch, bisweilen sogar noch mehr, wie z. B. an den Blättern, von denen wir gesehen haben, daß sie sich bei Nacht aufrichten. Die Kräfte widerstehen in diesem Zustande der Kraft, welche ihre neue Stellung zu ändern sucht, und brechen bisweilen eher, als daß sie eine andere annehmen.

§. 673. Wie sollte überdies die Fortpflanzung der Erregung bewirkt werden? Nach den Einen soll es durch die Faser, nach den Andern durch das Zellgewebe, wieder nach Andern durch die Theile geschehen, die in den Höhlungen der Zellen, Fasern oder Gefäßen enthalten sind. Aber die angestellten Versuche, um zu beweisen, daß es auf dem einen oder auf dem andern Wege geschehe, widersprechen sich, und in den empfindlichsten Pflanzen findet man die nämlichen Elemente wieder, wie in denjenigen, welche es durchaus nicht sind und auch auf die nämliche Art zusammengestellt; in ihren Höhlungen findet man die nämlichen Stoffe, und wenn man unter gewissen Umständen das Stärkemehl, das Chlorophyll oder andere eben so allgemein verbreitete Substanzen als Leiter der Erregung gelten läßt, so müssen immer noch zu untersuchen, wie ihnen diese ganz neuen Eigenschaften mitgetheilt worden seien, die ihnen gewöhnlich abgehen und Körper von einer ganz anderen Natur aus ihnen machen würden. Man kennt bei den Thieren das Gewebe, welches die Erregung empfängt und fortpflanzt, das sich bei der Aufnahme derselben zusammenzieht, und auf diese Weise die Bewegung hervorbringt. Bei den Pflanzen kennt man aber nur die Wirkung und einige von den secundären Ursachen.

§. 674. Zwar ist die Wissenschaft in Beziehung auf einige von den Wesen, welche auf der letzten Stufe der thierischen Stufenleiter stehen, gleichfalls noch im Zweifel. Aber was kann man aus einem Geheimnisse schöpfen, um ein anderes damit zu erklären? Ueberdies müssen wir hier gestehen, daß die Unterscheidung zwischen den beiden Reichen uns entschlüpft. Wir haben jene Körper kennen gelernt, welche die Zellen der Antheridien bevölkern (§. 470), die Sporangien gewisser Algen (§. 506), welche mit Gestalten und Bewegungen ausgestattet sind, die denen der Infusionsthierchen gleichen. Wir haben gesehen, wie sich Sporen mit Hülfe der schwingenden Wimpern, der gewöhnlichen Bewegungsorgane bei diesen Thierchen bewegen. Indessen scheint selbst alsdann das Licht seinen Einfluß auf ihr Leben auszuüben, weil man nur zu gewissen Stunden des Tags diese ganz thierische Ortsveränderung beobachten kann und weil sie sodann in die Unbeweglichkeit der Pflanze übergehen, mit deren Kennzeichen sie sich entwickeln. Wir wollen noch jene Algen anführen, die unter dem Namen der Oszillarien bekannt sind, weil die dünnen Fasern, aus denen sie bestehen und die aus einer Reihe von kurzen und gewölbten, an ihren Enden verwachsenen Zellen gebildet sind, sich von der einen und von der andern Seite wie ein Finger oder wie das äußerste Ende eines Büschels biegen. An einem ihrer freien und oft an der Spitze mit einem Büschel kleiner, schleimigten, unregelmäßigen Fäserchen versehenen Ende schwingen sie langsam oder bisweilen rasch und stoßweise; am andern Ende verwächst eine große Anzahl derselben und bildet eine gemeinschaftliche Masse, aus welcher die beweglichen Endspitzen herausstrahlen.

§. 674 (bis). Bei dieser Gränze angelangt, wo die beiden Reiche in einander zu fließen scheinen, müssen wir die Unzulänglichkeit der Erklärungen erkennen, welche uns bei der Unterscheidung der Thiere und der Pflanzen zum Ausgangspunkt gedient hatten, und auf der Unfähigkeit, zu empfinden und sich zu bewegen, beruhen, welche den zweien beigelegt wurden (§. 1). Kann man aus den ausgedehnteren Begriffen, welche wir in dem Verlaufe dieses Werkes vorgetragen haben, eine strengere Erklärung ableiten?

§. 675. Man fand sie ehemals in der chemischen Zusammensetzung der Gewebe, welche bei den Pflanzen ternär, bei den Thieren, wo sich noch der Stickstoff mit dem Sauerstoffe, Wasserstoffe und Kohlenstoffe verbindet, quaternär ist. Indessen haben wir gesehen (§. 296—305), daß der Stickstoff gewöhnlich auch in den Pflanzenstoffen vorkommt. Wenn man sich aber auf den Einschlag der Gewebe beschränkt, so erscheint der ursprünglich aufgestellte Unterschied wieder. Die Substanz, welche in der Gestalt von Zellen, Fasern oder Gefäßen wesentlich die Pflanzensubstanz begründet und allen andern Erzeugnissen zur Hülle und gewissermaßen zu einem Laboratorium dient, ist immer identisch, immer ternär; wir haben sie unter dem Namen der Zellensubstanz (§. 290) kennen gelernt, im Gegentheile findet man, daß die thierische Faser, wenn sie auf den höchsten Grad der Reinheit gebracht ist, beständig eine gewisse Menge Stickstoff enthalte. Mehrere Kennzeichen, die meistens aus dieser verschiedenen Zusammensetzung hervorgehen, können die Pflanzenbau von der thierischen Bau unterscheiden lassen. Die erste gibt bei ihrer Zersetzung saure Produkte und Rückstände; beim Verbrennen essigsäure und einen kohlichten Rückstand, welcher nicht entfällt ist; sie wird von der wässerigen Jodauflösung nicht gefärbt, sie erleidet nur eine, kaum wahrnehmbare Wirkung von dem verdünnten Natrum und dem Kali von dem Ammoniak; keine von den Salz-, Essig- und Tanninsäuren. Die zweite gibt bei ihrer Zersetzung saure und ammoniakale Produkte und Rückstände, beim Verbrennen kohlensaures Ammoniak und einen aufgeblähten kohlichten Rückstand; sie färbt sich gelb durch das Jod, löst sich in dem Natrum, Kali und Ammoniak, in den Salz- und Essigsäuren auf, zieht sich durch die Tanninsäure zusammen und

verbindet sich auf das Innigste mit derselben. Dies sind die unterscheidenden Merkmale, welche durch die zahlreichen Arbeiten Payen's richtig begründet wurden.

Wenn man aber, anstatt die Pflanzen- und thierische Häute zu untersuchen, welche von den andern Stoffen, die ihre Höhlungen und ihre Zwischenräume ausfüllen, und sie in den meisten Fällen durchdringen und selbst schwängern, abgesondert sind, sie in Verbindung mit diesen Stoffen, wie sie das Ganze des organischen Körpers, besonders in dem Zustande des Lebens bilden, betrachtet, so hören die Zusammensetzungen und die chemischen Eigenschaften auf, uns allgemeine Unterscheidungsmerkmale zu liefern, denn wir finden in den Pflanzenzellen auf der einen Seite quaternäre Produkte, die den thierischen Stoffen ähnlich, bisweilen sogar mit denselben identisch sind; auf der andern Seite einige rein mineralische Produkte (§. 314).

§. 676. Man hat einen andern Unterschied in der Ernährung der beiden Gattungen angeführt: das Thier nährt sich nur von organischen Theilchen, die Pflanze nur von unorganischen.

Man muß aber gestehen, daß diese Kennzeichen, welche vielleicht weniger Ausnahmen unterworfen sind, als die, die wir im Anfange angegeben haben, doch wie jene sehr unsicher werden, wenn man sie auf Wesen anwenden will, die sich auf der Gränzlinie der beiden Reiche befinden. Payen hat eine quaternäre chemische Zusammensetzung nachgewiesen, welche ganz derjenigen der Thiere in den kleinen Pflanzenkörpern ähnlich ist, und welche Bewegungen fähig sind, die freiwillig scheinen, wie die Keruchen in dem Befruchtungsstoffe, die Körnerchen, welche in den Röhren der Chara enthalten sind. Man muß sie schon der Aehnlichkeit wegen in den Sporen der Algen vermuthen, und zur Zeit, wo sie sich bewegen, bilden sie die ganze Pflanze, welche sich später nur zu entwickeln braucht.

Was die Ernährung dieser kleinen Wesen anbetrifft, ist sie wirklich bekannt? Weiß man, ob diese Sporen, welche das ganze Ausleben der Infusionsthierchen haben, eine andere Nahrung als diese haben, und ob das Wasser, worin sich diese mannigfaltigen kleinen Körper bewegen, rein in die einen, mit organischen Theilchen versehen, in die andern gelange?

§. 677. Wir wollen daraus schließen, daß, wenn man die vollkommenen Pflanzen mit den vollkommenen Thieren vergleicht, die Summe der Verschiedenheiten groß ist, und eine genaue und auf mehrere Kennzeichen zu gleicher Zeit gegründete Erklärung zuläßt; wenn man aber zu den unvollkommensten, oder bloß zu ihren Theilen herabsteigt, diese nämlichen Erklärungen, welche man auch auf diese anwenden will, unvollständig, bedingt oder falsch werden, und das Unvermögen, in dem wir uns befinden, eine deutliche Gränzlinie zu ziehen, eine Regel ohne Ausnahme aufzustellen, scheint die Einheit des organischen Reiches zu beweisen und, wenigstens in Beziehung auf dasselbe, jenes Axiom des Linné zu bestätigen: Natura non facit saltus.

Klassifizirung und Familien.

§. 678. Wenn wir einen Blick auf die um uns verbreiteten Vegetabilien werfen, so erblicken wir in jedem derselben ein Individuum. Dieser Name zeigt schon ein unzertheiltes Ganzes, Theile an, die mit einander ohne Unterbrechung verbunden sind. Das Ausleben kann uns oft täuschen und uns äußerlich als getrennt Pflanzen zeigen, die zu einem gemeinschaftlichen, unter der Erde verborgenen Stocke gehören. So durchlaufen z. B. die Wurzelstöcke oder Rhizome der Carex arenaria eine der Länge nach sehr beträchtliche Strecke und treiben von Weite zu Weite Stämme, die aus der Erde hervorkommen und das Ausleben haben, als seien sie eben so viele abgesonderte Individuen, obgleich sie in der That nur eben so viele Theile eines und desselben Individuums sind. Zwar haben alle diese Sprößlinge eine auffallende Aehnlichkeit unter einander, so daß man sie mit Unrecht als eben so viele verschiedene Stöcke ansieht; wir nehmen jedoch keinen Anstand, anzuerkennen, daß wir es immer mit einer identischen Pflanze zu thun haben, um ihnen allen den nämlichen Namen zu geben.

§. 679. **Arten.** — Nun kann diese nothwendige Aehnlichkeit der verschiedenen Sprößlinge eines und desselben Individuums an mehreren wirklich von einander getrennten Individuen gefunden werden. Ein Roggen- oder Haferfeld zeigt uns tausende, die wir leicht von einander trennen, aber unter sich nicht von einander unterscheiden können. Auf den Feldern, in den Gärten sehen wir von Weite zu Weite Pflanzen, denen wir ohne Anstand denselben Namen geben. Diese Sammlung, dieses Zusammenfassen aller Individuen, welche sich unter einander gleichen, hat in der Naturgeschichte den Namen Art (species) erhalten; ihre gemeinschaftlichen Kennzeichen, die, deren Vereinigung sie von den andern unterscheidet, werden specifisch genannt. Wir wissen überdies, daß, wenn man die Sprößlinge eines Individuums absondert oder seine Samenkorner keimen läßt, man eben so viele neue, dem ersten ähnliche Individuen erhält. Dieser Begriff macht die Erklärung der Art vollständig: Sammlung aller Individuen, die sich unter einander mehr als andere gleichen und welche durch Erzeugung ähnliche hervorbringen, so daß man wegen ihrer Aehnlichkeit annehmen darf, daß alle ursprünglich von einem und demselben Individuum entstanden seien.

§. 680. **Varietäten.** — Indessen kann diese brüderliche Aehnlichkeit verschiedene Grade haben. Wenn zwei von derselben Frucht genommene Samenkorner in verschiedenen Boden, in verschiedenen Klimaten, in verschiedenen Jahreszeiten ausgesäet sind, so werden die beiden Pflanzen, welche unter Bedingungen entwickelt wurden, die sich nicht gleichen, diese ungleichen Bedingungen ihrer Ernährung durch gewisse Unähnlichkeiten verrathen, die um so auffallender sind, je zahlreicher und kräftiger die Ursachen davon gewesen sein werden. Wir können hier nicht alle Modifikationen mustern, deren eine Art unter dem Einflusse dieser verschiedenen Bedingungen fähig ist, und welche überdies das Studium der verschiedenen Organe, ihres Baues, ihrer Entwicklung, ihrer Ernährung uns bis auf einen gewissen Punkt hin voraussehen läßt. Wir wollen bloß bemerken, daß sie um so häufiger sind, als sie ein minder wichtiges Organ betreffen und darum selbst weniger wichtig sind. Auf diese Weise bemerkt man die Veränderung der Farbe, und besonders einer Farbe in eine andere, die Entwicklung oder die Abwesenheit der Haare, das festere oder lockerere Gewebe, sehr häufig in einer und derselben Art, und was noch mehr ist, an einem und demselben Individuum, wenn man die Umstände, in welchen es sich befindet, mannigfaltig macht; dies sind alsdann bloße Abänderungen (variatio). Ist die Modifikation tiefer und anhaltender, so bekommt sie den Namen Abart, Varietät (Varietas). Alsdann zeigt sie sich mit einer gewissen Beständigkeit bei einer gewissen Anzahl von Individuen und kann ihre Sammlung unter den Individuen der nämlichen Art jedoch nicht so deutlich unterscheiden lassen, als diese selbst von denen einer verschiedenen Art verschieden sind.

Wir haben so eben gesehen, daß die zufälligen und individuellen Abänderungen mit der Ursache verschwinden können, welche sie in dem Individuum selbst, das

dieselbe erleidet, hervorbringen. In andern Fällen bleibt die Wirkung nach der Ursache, und das Individuum behält sein ganzes Leben hindurch die Merkmale einer Varietät. Diese kann noch permanenter sein und sich durch Ausbehnung in allen Individuen wieder erzeugen, die man von dem ersten durch Pfropfen, Knospen oder Senkreiser erhält. Wenn man aber die von ihnen kommenden Samenkörner aussäet, so zeigen die neuen, auf diese Weise erhaltenen Individuen nicht mehr diese nämlichen Kennzeichen und kehren zu denen der ursprünglichen Art zurück.

Es gibt endlich eine Klasse, wo die in den Samenkörnern enthaltenen Keime die Kennzeichen der Varietät, nach welcher sie sich gebildet haben, behalten und fortpflanzen. Die so erblichen Varietäten werden oft auch Racen genannt. Eine stark wirkende Ursache der Varietät ist die Kreuzung, d. h. die Befruchtung eines Individuums einer Art durch das einer verschiedenen Art, wenn der Pollen des einen auf die Narbe des andern gebracht wird. Sie kann nicht gelingen, wenn die Pflanzen sehr verschieden sind, sie findet aber unbefreibar unter Pflanzen von sehr verwandten, obgleich abgesonderten Arten Statt, und alsdann sind die Samenkorner, obgleich sie gewohnlich fehlzuschlagen streben, bisweilen fruchtbar. Die Pflanze, welche aus denselben hervorkommt, muß natürlicherweise Merkmale an sich tragen, welche zwischen den beiden liegen, die ihr das Dasein gaben und im Vergleiche mit der einen oder mit der anderen unterscheidende Merkmale zeigen, welche ihr das Aussehen einer Varietät geben; aber an welche von diesen beiden wird man sie als Varietät knüpfen? An die, mit welcher sie die meisten Züge gemein hat, wenn sie sehr wenige solcher Merkmale mit der andern zeigt; ist dies nicht der Fall, so bezeichnet man sie bloß als eine durch Kreuzung erzeugte (hybrida) Pflanze. Nach einigen Generationen aber werden die Züge von einem der Erzeuger immer deutlicher, besonders wenn eine neue Kreuzung zwischen der Bastardpflanze und einer der ursprünglichen Arten stattfindet, und es ist begreiflich, daß man auf diese Weise zu einer sehr bestimmten Varietät gelangen kann. Die Bastardarten sind aber in der Natur sehr selten, wo die Arten, welche durch ihre Merkmale am meisten mit einander verwandt sind, es nur selten durch ihren Standpunkt sind. In unsern Gärten, besonders in den botanischen Gärten, wo man im Gegentheil die Arten, welche sich am meisten gleichen, bei einander zu zeigen sucht, sind die Kreuzungen weit häufiger und mannigfaltiger.

Die Cultur benützt alle diese Angaben, um die Pflanzen zu Varietäten zu bringen, indem sie die Bedingungen ihrer Ernährung abändert; die Produkte, welche daraus entspringen, erhält und vervielfältigt, sie durch das Samenkorn fortpflanzt und sie durch neue Kreuzungen verbessert. Daher rührt jene außerordentliche Anzahl von Varietäten bei gewissen Blumen- und Fruchtarten, welche von den Menschen gesucht sind. Die Art, welche auf diese Weise eine lange Reihe von Generationen hindurch bearbeitet wurde, wird von einer Reihe von Modifikationen repräsentirt, bei welchen ihre ursprünglichen Züge, welche stufenweise und unter verschiedenen Schattirungen verändert wurden, schwer wieder erkannt werden, und dies um so mehr, als mehrere unter ihnen oft von anderen Arten entlehnt sind; ein herrliches Resultat für den Pflanzer, ein sehr fatales für den Botaniker. Wenn übrigens einige Hauspflanzen ein so verwickeltes Studium verlangen, so sind sie nicht zahlreich, und die meisten Arten, wie sie von Natur aus wachsen, behalten unversehrt und constant ihre ursprünglichen Merkmale, welche sich bloß in ziemlich engen Schranken verändern, so daß es uns möglich ist, sie aufzufassen, um auf diese Weise von jeder derselben ein ziemlich ähnliches Bild zu entwerfen, um sie mitten unter den andern wieder zu erkennen. Da können wir die ursprünglichen Typen einiger Pflanzen, welche durch die unzähligen Varietäten unserer Gärten mastirt und entstellt sind, und unter welchen man nur die Dahlien, die Calceolarien, die Geranium, nehmen darf, wieder finden. Ihr Studium, ein wahres Chaos, hat in botanischer Beziehung wenig Interesse; es hätte ein weit größeres in physiologischer Beziehung, wenn der Pflanzer angeben könnte, auf welchem Wege ihn der Zufall zu einem Ziele geführt habe, das er im Voraus nicht kannte.

§. 681. **Gattungen.** — Wenn es nur eine sehr beschränkte Anzahl von Arten gäbe, so könnte das Gedächtniß ohne große Schwierigkeit die Bezeichnung von jeder und ihre besondere Namen merken, mit welchen man sie bezeichnet. Dies sehen wir zu den Zeiten und bei den Völkern, wo das Studium der Botanik sich darauf beschränkt, die vorzüglichsten Vegetabilien zu unterscheiden, welche um sie und in einem nicht sehr ausgedehnten Kande herum wachsen, ohne sich mit denen abzugeben, welche durch ihre Größe, ihre Formen, ihren Glanz, ihren Gebrauch, oder durch irgend eine merkwürdige Eigenschaft die Aufmerksamkeit auf sich ziehen, eben so wenig, als mit denen, welche verschiedene Gegenden bewohnen. Man lernt sie alsdann eben so kennen, wie man die anderen gewöhnlichen Wörter der Sprache kennen lernt, ohne bestimmte Ordnung, wie Zufall oder Berührniß sie darbieten; man erklärt sie nach den wirklichen oder eingebildeten Kennzeichen, die sie der Aufmerksamkeit empfehlen. Auf diese Weise sehen wir in den ältesten Werken der Naturgeschichte eine gewisse Anzahl von Arten figuriren, deren Klassifizirung und Beschreibung keiner bestimmten Regel folgt, und bei denen des Verfassers Augenmerk vorzüglich darauf geht, weil mehr die Eigenschaften und die Anwendungen als die Kennzeichen anzugeben, mit denen Hülfe man sie erkennen kann, was allerdings als überflüssig angesehen werden darf, um der gewöhnliche Volksname hinlänglich dafür ausreichte. Bei dem Wiederaufleben der Wissenschaften nahm das Studium der griechischen und lateinischen Schriftsteller, bei welchen man Alles wieder finden zu müssen glaubte, lange Zeit die Bemühung der Gelehrten in Anspruch, Und die Botanik beschränkte sich zuerst auf lange und mühevolle Commentarien über Theophrast, Plinius und Dioskorides. Man sah endlich doch ein, daß zum Verständniß ihrer Werke über die Naturgeschichte das Studium der gaürlichen Dinge selbst eine mächtige Hülfe leisten würde; man untersuchte sie diesen Werken gegenüber; man versuchte sie nicht bloß durch Schriften, sondern später auch durch Abbildungen deutlich zu machen. Die Hartnäckigkeit, mit welcher man an diese Traditionen der Väter der Wissenschaft die Pflanzen zu knüpfen suchte, welche man in Ländern beobachtete, die meistens von dem verschieden waren, welches ihnen ihre Materialien lieferte, hat unsehlbar viele Irrthümer zur Folge gehabt; sie gewöhnte aber wenigstens doch daran, die Pflanzen durch sich selbst kennen zu lernen, während man sie oft unrichtig benannte; man lernte weit mehr von denselben unterscheiden, als das Alterthum erwähnte, und als diese Wahrheit einmal erkannt wurde, so vervielfältigte man die Forschungen, und somit die Zahl der bekannten vegetabilischen Arten, so daß ein Augenblick eintrat, wo sich die Anhäufung dieser neuen Reichthümer fühlbar machte. Die Mannigfaltigkeit der Dinge und der Wörter fing an, die Kräfte des menschlichen Gedächtnisses zu übersteigen.

§. 682. Man mußte ihm nun zu Hülfe kommen und eine gewisse Ordnung in diesen verworrenen Haufen bringen, und eben so, wie man von Natur aus zuerst in eine Art alle Individuen gebracht hatte, welche unter einander ähnlich sind, so suchte

man alle Arten, welche unter sich eine gewisse Aehnlichkeit hatten, die den anderen abging, unter einen gemeinschaftlichen Namen und unter einen gemeinschaftlichen Begriff zu bringen. Man setzte nun aus mehreren dieser Einheiten, welche man Arten nannte, Einheiten von einem höheren Range zusammen, denen man den Namen der Gattung (Genus) gegeben hat. Diese Vereinigung mehrerer Arten in eine Gruppe ist eine natürliche Verrichtung des Geistes, obgleich in einem geringeren Grade, als die der Individuen. Die alten Schriftsteller liefern hie und da Beispiele davon, und die Namen, welche Völker, die den Wissenschaften fremd und sogar bald wild sind, den Pflanzen geben, für welche ihre Sprache Namen hat, beweisen oft durch die gemeinschaftliche Einzelne von einigen unter ihnen, das Gefühl eines Verhältnisses zwischen den Objekten, zu deren Bezeichnung sie gebraucht werden. Solche Gattungen sündigen allerdings häufig gegen untere wirklichen Regeln, sowie die, welche aus den ersten Versuchen der Botaniker entstanden. Es war aber doch schon viel, einige Regeln festzustellen, Beziehungen anzuerkennen, und unter den spezifischen Kennzeichen mehrere auf einen höheren Grad zu erheben, die einer gewissen Anzahl von Arten gemeinschaftlich, die generisch sind.

§. 683. **Systeme und Methoden.** — Die Gattungen mußten sich zu gleicher Zeit, wie die Arten, vervielfältigen und ihre Vervielfältigung die Nothwendigkeit neuer Eintheilungen fühlbar machen, wovon jede eine begränzte Anzahl dieser Gattungen, welche durch einige allgemeinere Kennzeichen unter sich ähnlich sind, zusammenfaßt. Dieses neue Verfahren verminderte auf eine auffallende Weise durch ihre Begränzung die Mühe und die Schwierigkeit der Forschungen: hatte man entweder eine bereits bekannte Gattung aufzufinden oder einer neuen Gattung eine Stelle anzuweisen, so hatte man nun nicht mehr nothwendig, sie mit allen Pflanzen zu vergleichen, sondern ihre größere Mehrheit war von der Vergleichung ausgeschlossen, sowie man die allgemeine Kennzeichen erkannt hatte, durch welche die untersuchte Pflanze sich an die eine oder an die andere Gruppe anschloß und das so getheilte Verfahren, das sich nun auf das Studium einer weit kleineren Anzahl von Gattungen beschränkte, wurde weit einfacher und zu gleicher Zeit sicherer. Der augenscheinliche Nutzen dieser Eintheilung vermehrte die Anzahl derselben. Die allgemeinsten wurden ihrerseits wieder eingetheilt, sodann diese unterabgetheilt, und man erhielt auf diese Weise eine Reihe von Gruppen, welche Gattungen und Arten dem letzten Ziele der Klassifizirung untergeordnet waren.

Man hat oft diese Organisirung mit der der Heere verglichen; ein nicht sehr zahlreicher Haufen kann ohne Anführer und ohne Ordnung marschiren, was aber nothwendig wird, wenn sich ihre Zahl vergrößert; man vereinigt alsdann die Soldaten in Rotten, Compagnien, in Bataillone; die großen Armeen haben ihre Corps, ihre Divisionen, ihre Regimenter; die Cadres erweitern sich in dem nämlichen Verhältnisse als sie selbst sich vergrößern und auf diese Weise können sich ungeheure Massen mit Ordnung bewegen, leicht behandelt werden, und die genau bestimmte Stellung des gemeinsten Soldaten erlaubt es, bis zu ihm zu gelangen, während er ohne diese Eintheilung nicht aufzufinden wäre.

So sind die Systeme und die Methoden in der Naturgeschichte entstanden. Es ist schwer, den Unterschied dieser Klassifizirungen, welche mit diesen beiden verschiedenen Namen bezeichnet werden, deutlich zu bestimmen. Man erklärt zwar gewöhnlich die ersten so, als gebrauchen sie nur solche Kennzeichen, die ausschließend von einem einzigen Organe genommen sind, die zweiten so, als bedienen sie sich mehrerer Organe zugleich. Aber das Studium der meisten Systeme zeigt uns, daß sie immer auf die Anwendung mehrerer Organe, wie die Methoden gegründet sind, und auf der anderen Seite machen diese gewöhnlich eines vor dem andern geltend; wir werden uns also ohne Unterschied dieser beiden Wörter bedienen.

§. 684. Die ältesten Verfasser von Abhandlungen über die Pflanzen theilten schon die kleine Anzahl derer, deren sie Erwähnung thaten, aber bloß nach ihrem gewöhnlichen Aussehen und vorzüglich nach ihren Eigenschaften in mehrere Kategorien ein. In dem Verhältnisse, als sie die Zahl derselben erweiterten und in das Studium der Pflanzen selbst tiefer eindrangen, suchten sie in den Kennzeichen derselben die Gründe ihrer Eintheilung, und in dieser Beziehung muß man Cäsalpin anführen, welcher gegen das Ende des sechzehnten Jahrhunderts in seiner Klassifikation Rücksichten auf die Frucht und das Samenkorn nahm. Wir werden uns bei diesen ziemlich zahlreichen Versuchen nicht verweilen, weil keinem unter allen diesen Schriftstellern, wovon jeder seine eigene Methode erfand und sie nur auf einen geringen Theil der Pflanzen anwandte, die anderen folgten, und die Geschichte aller dieser einzelnen Systeme zu schreiben, nichts anderes wäre, als alle Werke, die eine lange Reihe von Jahren hindurch erschienen sind, die Musterung passiren zu lassen; übrigens werden diejenigen, welche sich einen Begriff davon machen wollen, sie in neueren Werken kurz angezeigt finden, namentlich in der Einleitung zu den Pflanzenfamilien von Adanson und in den Classes plantarum von Linné, und es wird gar keine Schwierigkeit haben, sie zu verstehen, wenn man die Begriffe, welche wir über die verschiedenen Organe und ihre hauptsächlichsten Modifikationen gegeben haben, gehörig verstanden und vor Augen hat.

Indessen glauben wir von allen diesen Methoden etwas ausführlicher zwei anführen zu müssen, welche einen größeren Einfluß ausübten, weil sie alle Pflanzen umfaßten, die zur Zeit ihrer Bekanntmachung bekannt waren, und weil sie auch von Anderen, und nicht bloß von ihren Erfindern Rai und Tournefort, angewandt wurden.

§. 685. **Rai's Methode.** — Rai, ein englischer Botaniker, machte gegen das Ende des siebzehnten Jahrhunderts die seinige bekannt, in welcher er mehr als 18,000 Pflanzen untersucht, eine ungeheure Zahl für die damalige Zeit, aber sehr übertrieben wegen der Zahl der Varietäten, welche er in derselben aufnimmt. Er fängt damit an, daß er die Pflanzen in Bäume und Kräuter eintheilt, und er weiß schon unter diesen die akotyledonischen Pflanzen (die er unvollkommen nennt) von den kotyledonischen (die er vollkommen nennt), und die monotoledonischen von den dikotyledonischen zu unterscheiden, welche er nach Ansichten, die von der zusammengesetzten oder einfachen, von der blumenblattlosen oder mit Blumenblättern versehenen Blüte genommen sind, und nach den Früchten mit freien Karpellen (nackte Samenkörner) oder nach den mit verwachsenen Karpellen (in Fruchtmark eingebettete Samenkörner) eintheilt. Er weiß auch an den Bäumen die verwachsenen Früchte, die er genabelt nennt, von denen zu unterscheiden, welche es nicht sind. Die Gattungen sind darnach oft auf eine sehr richtige Weise gruppirt, obschon man zu gleicher Zeit viele andere falsche Zusammenstellungen, sowohl wegen der nothwendigen Unvollkommenheit der Methode an und für sich, als auch wegen der unvollständigen oder sogar irrigen Kenntniß der Theile in mehreren dieser Arten, findet.

§. 686. **Tournefort's Methode.** — Tournefort, ein französischer Botaniker, machte um die nämliche Zeit seine berühmte Methode bekannt, und wenn

er sie auf eine weit geringere Zahl von Pflanzen, auf ungefähr 10,000, anwandte, so rührt dies daher, daß er, trotz dem, daß er die Varietäten dazu nahm, sie dadurch nicht zu vervielfältigte, daß er die Arten weit strenger begränzte. Auch er theilt, wie Rai, die Pflanzen in Bäume und Kräuter ein und macht sodann nach der Betrachtung der Blütenhüllen, nach dem Mangel oder dem Vorkommen der Korolle, mit welcher er die farbige Blütendecke verwechselt, seine Unterabtheilungen. Er stellt mit Recht in den ersten Rang das Merkmal, das er aus der Unterscheidung der einblumenblättrigen und vielblumenblättrigen Korollen nimmt; in dem zweiten Range erscheint das Merkmal ihrer Regelmäßigkeit oder ihrer Unregelmäßigkeit, sodann ihrer besonderen Formen, welche wir anderswo kennen gelernt haben (§. 427—429). Die zusammengesetzten Blüten machen einen Theil der mit Blumenblättern versehenen aus, unterscheiden sich aber deutlich von den einfachen Blüten. Die kryptogamischen bilden eine Abtheilung der blumenblattlosen. Diese sinnreiche Methode diente bis an das Ende des achtzehnten Jahrhunderts dem botanischen Unterrichte in Frankreich und der Anlegung des Gartens in Paris, welcher nach ihrer Fundamentalabtheilung eine besondere Schule für die Kräuter und eine für die Bäume hatte, zur Grundlage. Noch vor einigen Jahren sah man Spuren von dieser letztern; es waren mehrere hundertjährige Bäume, die in einem kleinen Gehölze, auf dem Platze, wo jetzt die botanischen und mineralogischen Galerien sind, zerstreut stehen. Es ist noch eine kleine Anzahl derselben vorhanden, und namentlich die erste Allee, die in unserem Lande gepflanzt wurde.

In dieser Beziehung wollen wir aber bemerken, daß, wenn die Trennung der Bäume und der krautartigen Pflanzen bei Anlegung eines Gartens einige Vortheile gewähren kann, sie doch in jeder Methode, welche sie zur Grundlage annimmt, einen Hauptfehler begründet, weil die nämliche Gattung, z. B. die Kronwicke, holzige Arten neben krautartigen hat; weil auch besonders die nämliche Art, z. B. der Ricinus, der in gewissen Gegenden krautartig ist, unter einem günstigeren Klima holzig werden kann.

§. 687. **Linné.** — Linné's System, das er im Jahre 1734 bekannt machte, war die Veranlassung, daß man alle, welche demselben vorangegangen waren, gänzlich aufgab. Es bot einen großen Reiz der Neuheit dar, indem es sich auf die Befruchtungsorgane gründete, die bisher ganz aus der Acht gelassen wurden und deren physiologische Anwendungen, die einen weit höheren Werth haben als die der anderen Theile der Blüten, als eine ganz neue Entdeckung angesehen werden konnten. Linné wußte überdies diese neueren mit mehreren anderern von hoher Wichtigkeit zu verbinden: er verbannte die Verwirrung, welche aus der Menge der Varietäten entstand, welche er auf diese Weise, so wie die zweifelhaften Arten, auf die reduzirte, welche er deutlich zu begränzen wußte, und auf diese Weise brachte er trotz dem Hinzukommen einer großen Anzahl neuer Pflanzen, welche zur Zeit seiner Vorgänger unbekannt waren, die Gesammtzahl der Pflanzenarten auf ungefähr 7000. Er verringerte auch die Zahl der Gattungen, die doch von Tournefort so gut begründet waren und vervollständigte ihre Bezeichnung durch die Anwendung der Staubgefäße und gewisser Theile des Pistills. Vorzüglich aber führte er in Folge der Gesetze, welche noch in Kraft sind und es wahrscheinlich bleiben werden, eine bewunderungswürdige Reform in der Sprache und in der botanischen Nomenclatur ein, indem er jedes der Wörter streng definirte, die zur Bezeichnung aller Modifikationen der Organe, welche er als Kennzeichen anwenden wollte, bestimmt waren, indem er die Benennung einer jeden Pflanze auf zwei Worte reduzirte, das erste das **Hauptwort**, welches ihre Gattung, das zweite, das **Beiwort**, welches ihre Art bezeichnet. Vor ihm führte zwar wohl jede Gattung einen einzigen Namen, aber in Beziehung auf die Art mußte diesen Namen eine ganze Phrase begleiten, welche alle ihre unterscheidende Merkmale wiederholte; je mehr es Arten in einer Gattung gab, je mehr brauchte man Zeichen, um sie von einander zu unterscheiden; die Phrasen, die sich auf diese Weise mit den Forschritten der Botanik selbst verlängerten, überluden das Gedächtniß über seine Kräfte und verwickelten die Rede, in deren Mitte die Erwähnung irgend einer Pflanze jeden Augenblick eine ganz beilaufige Phrase veranlaßte. Diese Verwirrung würde sich in die Gesellschaft und in die Sprache einführen, wenn man, anstatt ein Individuum durch seinen Geschlechts- und Taufnamen zu unterscheiden, den zweiten wegließe und dafür mehrere auszeichnende Eigenschaften der Person aufzählte. Die Linné'sche Nomenclatur endigte also das Gedächtniß zum Vortheile anderer Kräfte und machte den Gang der botanischen Sprache frei. Die Werke, in welchen die Reihe der Pflanzen nach seinem neuen Systeme enthalten waren, mußten also, da sie zu gleicher Zeit alle diese Vortheile gewährten, gleich bei ihrem Erscheinen eine fast allgemeine Aufnahme finden. Dies war auch der Fall. Die Reform wurde von allen Seiten und in allen ihren Punkten angenommen. Linné's System stieß alle andere vom Throne und herrschte bis gegen das Ende des achtzehnten Jahrhunderts fast ohne Widerspruch außer von Seite einiger Geister, die hinter der allgemeinen Ansicht zurückgeblieben oder ihr vorangeeilt waren. Man klassifizirte in demselben alle neue Pflanzen, die man entdeckte, und die Tabellen des Pflanzenreiches wuchsen beständig an, ohne daß man es sich einfallen ließe, die Rahmen zu ändern. Da man eine beträchtliche Menge von Werken besitzt, die nach dem Linné'schen Systeme und sogar noch in unseren Tagen verfaßt sind, so ist es wegen der gedoppelten Nomenclatur, die seinem angenommen wurde, häufig und leicht zu Rathe gezogen werden, da dies im Gegentheil mit den meisten der früheren Werke, die in einer nicht mehr gebräuchlichen Sprache geschrieben sind, nur sehr selten der Fall ist, und sie größtentheils nur ein historisches Interesse gewähren, so mußten wir die andern Systeme, welche der Zögling nicht nothwendig zu kennen braucht, entweder ganz auslassen oder schnell darüber hinweggehen. Mit dem Linné'schen dingegen muß er sich vertraut machen und wir müssen es daher hier ausführlicher vortragen.

§. 688. **Linné's System.** — Gewöhnlich gibt man bei diesem Systeme an, daß es auf die Zahl der Staubgefäße gegründet sei, man hat aber hierin ganz unrecht: weil Linné, obschon er in den Organen seine Hauptmerkmale wählte, auch vorzüglich auf andere Betrachtungen Rücksicht nahm: er berücksichtigte ihre Verhältnisse zu dem Pistill, das von den Staubgefäßen in einer verschiedenen Blüte getrennt oder in der nämlichen Blüte mit denselben vereint ist; er berücksichtigte ihre Verhältnisse unter sich, entweder des Verwachsens mit den Staubfäden oder mit den Antheren oder die Verhältnisse der Größe. Die unbedingte Zahl kommt erst später d. h. im fünften oder sechsten Grade. Dies zeigt übrigens mit einem Blicke die nebenstehende Tabelle.

Wir haben schon in der Abhandlung von der Blüte und den Staubgefäßen Gelegenheit gehabt, alle diese Namen kennen zu lernen, die übrigens hier durch die Tabelle selbst erklärt sind.

Jede der auf diese Weise erhaltenen 24 Klassen sind nach andern Rücksichten, die entweder von den Staubgefäßen oder von den Pistillen genommen sind, in Unterabtheilungen gebracht, so sehen wir in der

Linne's System.

Staubgefäße und Pistille.				
Sichtbar.	Zimmer in einer und derselben Blüte vereinigt.	Nicht unter sich verwachsen.	Freie Staubgefäße.	Unter sich gleich.
				1 in jeder Blüte . . . . . 1 Monandria (Einmännigkeit).
				2 „ „ „ . . . . . 2 Diandria (Zweimännigkeit) F. 214.
				3 „ „ „ . . . . . 3 Triandria (Dreimännigkeit) F. 213.
				4 „ „ „ . . . . . 4 Tetrandria (Viermännigkeit). F. 211.
				5 „ „ „ . . . . . 5 Pentandria (Fünfmännigkeit) F. 225.
				6 „ „ „ . . . . . 6 Hexandria (Sechsmännigkeit) F 226
				7 „ „ „ . . . . . 7 Heptandria (Siebenmännigkeit) F. 248.
				8 „ „ „ . . . . . 8 Octandria (Achtmännigkeit).
				9 „ „ „ . . . . . 9 Enneandria (Neunmännigkeit) F 240
				10 „ „ „ . . . . . 10 Decandria (Zehnmännigkeit) F. 235.
				von 11 bis 19 . . . . . 11 Dodecandria (Zwölfmännigkeit).
				20 oder mehr, welche eingefügt sind: 12 Icosandria (Zwanzigmännigkeit) F. 368.
				dem Torus 13 Polyandria (Vielmännigkeit).
			ungleich	4 Staubgefäße, wovon 2 länger sind . . 14 Didynamia (Zweimächtigkeit) F. 326.
			unter sich verwachsen	6 Staubgefäße, wovon 4 länger sind an ihren Staubfäden, die in einen einzigen Körper verwachsen sind . . . 15 Tetradynamia (Viermächtigkeit) F. 325
				an ihren Staubfäden, die in zwei Körper verwachsen sind . . . . . 16 Monadelphia (Einbrüdrigkeit) F 238.
				an ihren Staubfäden, die in mehrere Körper verwachsen sind . . . . . 17 Diadelphia (Zweibrüdrigkeit).
				an ihren in einen Cylinder verwachsenen Antheren . . . . . 18 Polyadelphia (Vielbrüdrigkeit) F. 322, 238.
				19 Syngenesia (Verwachsenbeuteligkeit).
		über einander stehend		20 Gynandria (Weibermännigkeit).
		Nicht in einer und derselben Blüte vereinigt. Männliche und weibliche Blüten		auf dem nämlichen Individuum . . . 21 Monöcia (Einhäusigkeit) F. 251.
				auf zwei verschiedenen Individuen . . 22 Diöcia (Zweihäusigkeit).
				Zwitterblüten auf einem oder mehreren Individuen . . . . . 23 Polygamia (Vielehigkeit).
	Nicht sichtbar			24 Kryptogamie.

16., 17., 18., 20., 21., 22. Klasse die absolute Zahl der Staubgefäße wieder erscheinen, um secundäre Abtheilungen zu liefern, die decandrische Monadelphie umfaßt die Pflanzen, welche 10 an ihren Staubfäden unter sich verwachsene Staubgefäße haben; die herandrische Gynandrie, die, welche 6 Staubgefäße auf dem Pistill haben, die pentandrische Diöcie, die, deren Blüten mit 5 Staubgefäßen keine Pistille haben, die man nur in anderen Blüten findet, die dagegen keine Staubgefäße haben und auf einem verschiedenen Individuum stehen. Die 23te Klasse wird nach der Vertheilung der Blüten auf drei Arten auf einem und demselben Individuum oder auf zwei oder drei verschiedenen Individuen selbst wieder in monöcische, diöcische, triöcische Polygamie eingetheilt; die 19te Klasse, deren Blüten, welche in eine und dieselbe Kapsel verwachsen sind, fünf mögliche Verbindungen von Zwitter-, männlichen, weiblichen und neutralen Blüten, theilt sich in mehrere Polygamien. Was die 15 ersten Klassen anbetrifft, wo die absolute Zahl der freien Staubgefäße schon angewandt worden ist, nimmt der Verfasser, um sie unterabzutheilen zu Betrachtungen seine Zuflucht, welche von der Frucht, die entweder kurz oder verlängert in der 15ten Klasse, einfamig (gymnospermus), oder vielfamig (angiospermus) in der 14ten Klasse, und in allen anderen von der Zahl der Griffel genommen wurden, welche einfach, doppelt, dreifach, vielfach die Abtheilungen geben, die man monogynisch, digynisch, trigynisch, polygynisch nennt, z. B. der Kerbel, welcher 5 freie Staubgefäße und zwei abgesonderte Griffel hat, gehört der digynischen Pentandrie an.

§. 689. Augenscheinlich haben alle diese Klassen durchaus keinen gleichen Werth, weil die einen auf ein Kennzeichen gegründet sind, das bei den anderen nur secundär. ist, z. B. die absolute Zahl der Staubgefäße. Diese absolute Zahl dürfte übrigens nicht so wichtig sein, als die Zahl, die zu den anderen Theilen der Blüte relativ ist, und aus welcher ihre allgemeine Symmetrie entspringt. Die Zahl der Griffel ist ein noch weit schwächeres Merkmal, denn sie ist nur scheinbar, indem die wirkliche oft entweder durch Verwachsungen oder durch Spaltungen verhüllt wird, so daß die Zählung der Griffel, die der Karpelle nicht gibt, deren Kenntniß weit wichtiger wäre, und welche auch weit mehr mit der Etymologie des Namens im Einklange stünde, der dazu bestimmt ist, die Zahl der weiblichen Organe anzugeben. So enthält die monogynische Pentandrie das Immergrün, das zwei Karpelle hat; das Diosma, das 3 bis 5 hat und die pentagynische hingegen die Seenelke, deren Eierstock einfächerig ist.

Zwar müssen diese Fehler vergessen werden, wenn man sich darauf beschränkt, das Linné'sche System als ein bequemes und ein sicheres Mittel anzusehen zu der Bestimmung der Pflanzen zu gelangen. Man kann sich aber durch die Erfahrung überzeugen, daß es bei weitem nicht so sehr ist, als es seine ausschließliche Anhänger dafür ausgeben, und wenn es, als es aus den Händen seines Schöpfers hervorging, sich gar wohl auf die nicht sehr zahlreichen Gattungen, für welche es verfaßt war, sich anwenden ließe, so zeigt es doch nicht mehr diese Vorzüge, nachdem es die zahlreichen Zusätze seiner Nachfolger erhalten hat. Die Abänderungen in der Zahl der Organe an den Blüten einer und derselben Pflanze, die Abänderungen, welche aus ihrem Verwachsen in verschiedenen Graden, aus ihrem Fehlschlagen entspringen, verbreiten bei jedem Schritte Zweifel über die systematische Stelle, welche sie einnehmen sollen. Die Ausnahmen haben sich vermehrt; die Arten der natürlichsten Gattungen mußten sich in verschiedene Klassen trennen, und bisweilen würde man sogar

sich genöthigt sehen, eben so viele für die verschiedenen Blüten einer und derselben Art zu machen.

§. 690. **Dichotomische Methode.** — Lamarck behauptete einmal, daß man zu Lösung des Problems, das sich die Entdeckung des unbekannten Namens einer Pflanze zur Aufgabe macht, ein weit bequemeres und zuverlässigeres Verfahren, als das des Linné'schen Systems, finden könnte. Er nahm die Herausforderung an, welche ihm bei dieser Veranlassung gemacht wurde, und bald brachte er als Antwort den Plan und den Versuch einer Methode, die man allgemein unter dem Namen der analytischen oder besser dichotomischen kennt. Sie besteht wirklich darin, dem Zöglinge eine erste Frage vorzulegen, welche die Pflanzen in zwei Klassen eintheilt, zwischen welchen er nach einem Merkmale der Pflanze, welches sie nothwendig in eine von den beiden mit Ausschluß der anderen versetzt, wählen muß; sodann eine zweite Frage, welche diese gewählte Klasse in zwei andere theilt, mit welcher von diesen beiden die Pflanze die größere Aehnlichkeit haben wird, sodann eine dritte, vierte u. s. w., so daß bei jeder Frage die Sphäre enger wird, bis daß eine letzte ihn durch diese Reihe von stufenweisen Ausschließungen zu der gesuchten Einheit führt. Dieses Verfahren unterscheidet sich von den anderen Systemen dadurch, daß es, obgleich viel künstlicher, sich fast ohne Unterschied aller Kennzeichen bedient, ohne sich auf eine nothwendige Ordnung zu beschränken. Sobald als ein ausnahmsfähiger, zweifelhafter bloß schwer wahrnehmbarer Gegenstand vorkommt, so springt es auf einen anderen über, und sieht durchaus nicht an, auf zwei verschiedenen Wegen zu dem nämlichen Ziele zu führen. Daraus geht hervor, daß die dichotomische Methode nicht wohl tabellarisch dargestellt werden könne, wie die, die wir vorher genannt oder erörtert haben, denn sie enthebt von allen zugleich etwas, und ihre Eintheilungen, welche nichts Bestimmtes haben, sind nach dem Zwecke, den man sich vornimmt, verschieden. Alles, was wir hier thun können, ist also sie durch ein Beispiel deutlich zu machen. Man habe z. B. eine Ranunkel, ohne zu wissen, mit welcher Gattung man es zu thun habe: hier kommt nun die Reihe der Fragen, die man zu lösen hat, in dem man durch die Antwort, welche jede liefert, auf die folgende geleitet wird, welche eine Zurückweisungsziffer anzeigt. 1. Hat diese Pflanze Blüten oder hat sie keine Blüten? 2. Sind die Blüten in einer gemeinschaftlichen Hülle verbunden oder getrennt? 3. Hat die getrennte Blüte zu gleicher Zeit Staubgefäße und Pistille, oder blos das eine oder das andere. 4. Wenn sie mit beiden zu gleicher Zeit versehen ist, ist sie auch mit Kelch und Blumenkrone versehen, oder fehlt bloß das eine oder das andere, oder alle beide? 5. Ist die Blumenkrone einblätterig oder vielblättrig? 6. Hat die vielblättrige Blüte einen freien oder verwachsenen Eierstock? 7. Ist der freie Eierstock einfach oder vielfach? 8. Wenn mehrere Eierstöcke da sind, haben die Blätter Nebenblätter oder keine? 9. Ist in dem zweiten Falle außerhalb jedes Eierstocks eine Drüse oder nicht? 10. Wenn keine da ist, ist die Frucht fleischig oder nicht? 11) Wenn sie es nicht ist, sind die Blätter gegenständig oder wohl wechselständig? 12. Ist in diesem letzteren Falle die Blüte regelmäßig oder unregelmäßig und gesporrnt? 13. Hat der Kelch der regelmäßigen Blüte drei Blättchen oder fünf? 14. Wenn er fünf hat, ist jedes Blumenblatt an seiner Grundfläche mit einer kleinen Schuppe innerhalb gefüttert oder nicht? Wenn dies der Fall ist, so gehört die Unbekannte zu der Ranunkelgattung. Man kann nun durch eine Reihe neuer Fragen zu der Art gelangen.

Wir sehen, welche Mannigfaltigkeit von Charakteren wir haben die Musterung passiren lassen müssen, wie wir ein Organ aufgenommen, dann wieder aufgegeben haben, um zu einem neuen überzugehen und bisweilen zum ersten wieder zurückzukehren.

Diese Methode ist für Anfänger sehr bequem, indem sie dieselben gleichsam an der Hand bis an das gewöhnliche Ziel ihres Forschens führt, und sie haben, um sich derselben zu bedienen, nur eine sehr geringe Anzahl von Kenntnissen, die aber sehr deutlich und bestimmt sein müssen, nöthig, weil jeder Irrthum auf einen falschen Weg leitet, und weil man alsdann sich immer weiter von dem Ziele entfernt, anstatt sich demselben zu nähern. Sie hat den Nachtheil, daß sie nicht, wie bei den Klassen und anderen auf einander folgenden Eintheilungen der Systeme die Kennzeichen, deren sie sich bedient hat, von Entfernung zu Entfernung kurz zusammenfaßt, so daß, wenn man einmal an's Ziel gelangt ist, man sich sehr schwer von allen dazwischen liegenden Punkten, durch welche man gekommen ist, Rechenschaft geben kann, und daß das Gedächtniß nicht viel mehr behält, als den Namen der Pflanze, was sehr wenig heißen will. Endlich ist sie auch bis jetzt nur bei den Pflanzen einiger mehr oder minder großen Länder, namentlich Frankreichs und der Umgebungen von Paris angewandt worden, und kann demnach nur innerhalb dieser Schranken gebraucht werden, und nicht zur Bestimmung irgend einer unbekannten Pflanze dienen.

Zwar sucht in einem großen Werke, das seiner Vollendung nahe ist, Meisner bei der Darlegung aller bekannten Gattungen der Phanärogamen das Erforschen derselben durch eine Reihe von Anordnungen, die den Geist der dichotomischen Methode verrathen, zu erleichtern, indem er Kennzeichen aufstellt, die, wenn sie auch nicht immer leicht, wenigstens so vertheilt sind, daß sie dem Leier nur zwei Wege für bezweigung zeigen. Der Gebrauch dieses Buches setzt aber vorläufig eine schon sehr vorangeschrittene Kenntniß in der Botanik, nämlich die Kenntniß der Familien, voraus, welche demselben zum Ausgangspunkte dienen, und von denen wir jetzt noch zu handeln haben.

§. 691. **Natürliche Methode.** — Wir haben gesehen, wie alle Pflanzenindividuen, welche in der Natur zerstreut sind, sich in Arten oder Vereinigung aller derjenigen gruppirten, welche einander ähnlich sind (§. 679), wie die Arten sich zu Gattungen oder Vereinigung aller unter einander ähnlichen Arten gruppirten (§. 681). Diese letztere ist schon mehr Sache der Uebereinkunft als die erstere, weil die Art unmittelbar von der Natur gelesert wird, und man, trotz den Zweifeln, die aus ihren Abänderungen entstehen können, wenn man eine Menge hinreichender Angaben hat und mehrere Generationen unter mehreren verschiedenen Bedingungen beobachten konnte, sich genöthigt sieht, ihre Einheit zu zugestehen oder zu verwerfen. Nun nähern sich mehrere dieser Einheiten einander, um eine von einem höheren Range, eine Gattung zu bilden. Hier bestimmt aber unser Geist die Schranken ihres Umfangs; er wägt die mehr oder minder große, zu ihrer Erklärung erforderliche Summe der Aehnlichkeiten ab. Die Gattung selbst ist darum nicht weniger in der Natur, selbst wenn man die Grenzen derselben verändert. Wir wollen vier Arten, a, b, c, d, annehmen, die in eine Gattung m vereinigt sind, weil sie mehr Aehnlichkeit unter sich als mit allen andern haben; sie haben aber doch Verschiedenheiten, wodurch sie von einander unterschieden werden können; wir wollen auch noch annehmen, daß diese Verschiedenheiten so beschaffen seien, daß a dem b mehr gleiche, als dem c und dem d, daß c mehr dem d als dem a und dem b gleiche; nach dieser Ansicht kann man zwei Gattungen machen, die eine n, welche a und b, die an-

dere, p, welche c und d enthält; aber die auf diese Weise gemachte Veränderung wird die ursprünglichen Verhältnisse der Arten in gar nichts verändert haben, wenn sie gleich zu Anfange richtig bestimmt worden sind und da alle vier immer einander gleich nahe stehen, an welchem Punkte man auch eine Grenze zwischen ihnen aufstellen will, so werden sie immer ein eben so natürliches Ganzes bilden. Man mache m gleich a + b + c + d, oder gleich n = a + b und gleich p = c + d, so wird man augenscheinlich immer die gleichen Werthe haben. Die Vermehrung der Gattungen, ein nothwendiges Resultat von der Vermehrung der Arten, welche die Entdeckungen der Reisenden unaufhörlich vergrößern, beweist also nicht, daß sie nicht der Natur gemäß seien, sondern blos, daß sie es um so mehr seien, als man sie auf diese Weise eintheilt weil sie sich durch diese Eintheilung immer mehr der Art nähern. Uebrigens darf man nur den Namen gewisser, recht gut bekannter Gattungen aussprechen, um einzusehen, bis zu welchem Punkte hin sie natürliche Verbindungen bilden. Braucht man ein Botaniker zu sein, um die verschiedenen Rosen-, oder Weiden-, oder Kleearten u. s. w. zusammenzustellen? Die Aehnlichkeit geht oft so weit, daß die Trennung der Arten schwieriger wird, als ihre Vereinigung in eine gemeinschaftliche Gattung; es gehört ein gewisses Studium dazu, die und die Rose von einer andern zu unterscheiden, aber gar keines, um zu sagen, das ist eine Rose.

§. 692. Tournefort verstand es besser, als seine Vorgänger, die Gattungen so zu bestimmen, daß die meisten wirklich nur ähnliche Arten vereinigten, und auf diese Weise natürliche Einheiten bildeten. Linne beschränkte die Anzahl derselben; seine Reduktionen aber, welche sich auf Gattungen erstreckten, die gewöhnlich unter sich Aehnlichkeit hatten, waren nur eine umgekehrte Operation von der, welche wir weiter oben angegeben haben, weil bei der Vereinigung von n und p in m, a und b, c und d immer die nämliche Stelle in Beziehung auf einander einnahmen? Wenn man aber die Untersuchung der Systeme dieser zwei großen Botaniker weiter treibt, so findet man, daß sie, nachdem sie der Natur bis auf die Gattungen einschließlich folgten, ihren Gang mehr oder weniger vollständig in der Verfolgung ihrer Klassifizirung verlassen, wenn es sich davon handelt, die Gattungen nach einer gewissen Ordnung aufzustellen. Wir wollen Beispiele aus dem Linné'schen Systeme, eine Pflanze mit sechs gleichen Staubgefäßen und einem einzigen Griffel, nehmen; sie wird also ihre Stelle in der Hexandria Monogynia einnehmen, welche auf diese Weise die Binse und den Sauerdorn enthält. Nun besteht zwischen diesen beiden Pflanzen durchaus keine Aehnlichkeit, eben so wenig als zwischen dem Reis und der Atraphaxis, welche in der Digynie zusammengestellt sind; zwischen dem Sauerampfer, der Zeitlose und dem Mondsamen, welche in der Triqynie vorkommen; eben so wenig zwischen der Weinrebe und dem Immergrün in der Pentandria Monogynia; zwischen der Möhre und dem Johannisbeersträuche in der Pentandria Digynia u. s. w. Woher kommt dies? Weil Linne, um alle Johannisbeersträucher unter sich zu vereinigen, auf ein Ganzes von Kennzeichen Rücksicht genommen hatte, das er von allen Theilen der Pflanze abnahm, während er, um sie in eine und dieselbe Klasse aus der Gattung Möhre zu bringen, nur auf das Vorkommen der fünf Staubgefäße und der zwei Griffel Rücksicht nahm, Verhältnisse, die sich mit keinem andern verknüpfen, und unter einer Menge wesentlich verschiedener Pflanzen vorkommen können.

§. 693. **Familien.** — Man mußte also, um die Gattungen unter sich zu gruppiren, ein Verfahren anwenden, das demjenigen ähnlich ist, das man zu Gruppirung der Arten unter sich angewandt hatte; man mußte darauf sehen, ihre Verhältnisse zu erforschen und die Gattungen, welche die größte Summe derselben darboten, zu vereinigen; man mußte vermittelst dieser Einheiten, welche man Gattungen nannte, durch die Vereinigung derselben, welche eine größere Aehnlichkeit unter sich, als mit allen andern hatten, neue Einheiten einer höheren Ordnung zusammensetzen. Dies sind natürliche Zusammenstellungen von Gattungen, die man Familien nennt, ein sehr guter Ausdruck, der von einem französischen Botaniker Magnol erfunden wurde, und die Methode, welche auf diese Weise die Pflanzen nach den Verhältnissen, die aus ihrer Natur fließen, gruppirte, wäre eine **natürliche Methode**. Das Auffinden dieser Verhältnisse aber, wodurch mehrere Gattungen in eine gemeinschaftliche Familie verbunden werden, zeigte viele Schwierigkeiten. Die Aehnlichkeit der Individuen einer und derselben Art fällt sogleich in's Auge, die der Arten einer und derselben Gattung ist schon weit weniger augenscheinlich, oft trügerischer, und erheischt ein längeres, gründlicheres Studium, so daß Jahrhunderte verstrichen, bevor die Wissenschaft das Chaos der Arten entwirrte. Das Studium der Gattungen, das sich auch noch auf eine ganz andere Weise dem Blicke entzog, verlangte, daß sich die Beobachtung tiefer eindringe, daß man andere Betrachtungen zu Rathe ziehe, als diejenigen, welche für die Zusammenstellung der Arten und Gattungen angewandt wurden. Die Erfahrung zeigt, daß im Allgemeinen die natürlichen Körper, welche sich äußerlich vollkommen gleichen, sich auch innerlich gleichen, und man war auf diese Weise zu dem Schlusse berechtigt, daß das Verhältniß der äußeren Merkmale, nach welchen man die Arten und die Gattungen begründet hatte, ein ähnliches in ihren inneren Merkmalen zur Folge habe. Man mußte die einen nun im Vergleiche mit den anderen studiren, um zu bestimmen, ob es unter beiden mehrere gebe, die sich in einer constanten Abhängigkeit befinden, und um diese zu Grundlagen einer Klassifikation zu nehmen, bei welcher die Gattungen nach dem Vorkommen dieses oder jenes Merkmals, welches mehrere andere als nothwendig zugleich vorhandene anzeigte, vereinigt würden, und auf diese Weise die Garantie einer innigen und wirklichen Aehnlichkeit lieferte.

§. 694. **Familien des Linné.** — Linné besaß eine zu gesunde Beurtheilungskraft, einen zu feinen Takt, als daß er nicht das Fehlerhafte seines eigenen Systems fühlen sollte, und er bewies es dadurch, daß er unter dem Titel: „Fragmente einer natürlichen Methode," einen Klassifizirungsversuch herausgab, wo die Gattungen ganz verschieden vertheilt waren. Doch gibt es ganze Reihen, welche sowohl in dem Systeme, als auch in den Fragmenten die nämlichen sind. In diesem Falle mußte also das Merkmal, das von dem Systeme zu Vereinigung dieser Gattung gebraucht wurde, mit anderen wichtigen Merkmalen verknüpft sein, es war es nicht in dem entgegengesetzten Falle; so wurden die meisten Pflanzen der Ikosandrie in zwei verwandte natürliche Gruppen gebracht; alle die der Tetradynamie in eine einzige vereinigt; die Pflanzen aus der Pentandrie, Hexandrie, Polyandrie dagegen in eine Menge verschiedener Gruppen zerstreut. Die absolute Anzahl der Staubgefäße, sowie ihre Stellung auf dem Kelche, oder ihre relative Menge begründete also selbst in den Augen Linne's keine ächten Verhältnisse. Er gab aber die Gründe, welche ihn bei der Anordnung seiner Gattungen in natürliche Ordnungen geleitet hatten, nicht an, und wahrscheinlich folgte er vielmehr den Eingebungen eines glücklichen Genius und einer vollendeten Erfahrung als einem Coder richtig bestimmter Gesetze, obgleich in mehreren seiner Werke einige

von diesen Gesetzen in Form von Axiomen aufgestellt waren.

§. 695. **Familien des Bernhard v. Jussieu.** — Ein französischer Botaniker, dessen Name sich an den der natürlichen Methode knüpft, Bernhard von Jussieu, hatte Linne aufgenommen, als er Paris besuchte, bevor er noch sein System und seine Fragmente öffentlich bekannt gemacht hatte, aber schon durch wichtige Werke als Gelehrter bekannt war. Es entstand daraus eine freundschaftliche Verbindung und ein Briefwechsel, in welchem einige Stellen beweisen, daß die Unterhaltungen der beiden Botaniker mehreremale dieses große Problem der natürlichen Methode betroffen hatten, und daß beide ihre Kräfte daran arbeiteten; erst zwanzig Jahre später, im Jahre 1759 versuchte Jussieu in einem botanischen Garten, welcher von Ludwig XV. zu Trianon angelegt wurde, eine natürliche Zusammenstellung der Gattungen, die Frucht seiner langen Studien und seiner Meditationen. Wie Linne, gab er die Gründe nicht an, die ihn dabei leiteten; er gab nicht einmal eine Liste heraus, welche der von den *Fragmenten* ähnlich war. Aber die Botaniker seiner Zeit konnten zu Trianon dieses gelehrte Räthsel studiren, und wenn sie es studirten, so scheint es doch, daß sie es nicht errietben.

§. 696. **Familien des Adanson.** — Wir sehen wirklich einige Jahre später, im Jahre 1763, die Pflanzenfamilien von Adanson erscheinen, welcher seine Grundsätze über ihre Bildung vortrug und ihre Definitionen so aufstellte, wie man bisher die der Gattungen aufgestellt hat. Er sah ein, daß man, um die Gattungen in eine Familie zu gruppiren, auf das Ganze ihrer Merkmale und nicht auf ein einziges Rücksicht nehmen müsse, daß demnach einer Klassifizirung eine ungeheure Arbeit vorangehen müsse, bei welcher alle Organe der Pflanzen, welche zusammengestellt werden müssen, untersucht werden, ohne ein einziges aus der Acht zu lassen, alle ihre Modifikationen in allen Gattungen nachgewiesen werden. Jeder Punkt ihrer Organisation kann, wenn er einzeln betrachtet wird, zu einem besonderen Systeme Veranlassung geben, welches alle in einer gewissen Ordnung zeigt. Wenn bei allen diesen besonderen auf diese Weise erhaltenen Systemen zwei nämliche Gattungen beständig nahe bleiben, so gleichen sie sich augenscheinlich in allen Punkten ihrer Organisation, sie machen einen Theil einer und derselben natürlichen Gruppe aus; sind sie aber beständig von einander entfernt, so unterscheiden sie sich in allen diesen Punkten, so dürfen sie keinen Theil von eben dieser Gruppe ausmachen. Dieser Grundsatz ist unbestreitbar und der Verfasser leitet daraus folgende Regel ab: man kann durch dieses Mittel die verschiedenen Zwischenräume, welche in der allgemeinen und natürlichen Ordnung die verschiedenen Gattungen trennen, berechnen, Zwischenräume, die um so geringer sein werden, als sie in einer größeren Anzahl von besonderen Systemen einander näher gebracht sind. Er begründete demzufolge 65 Systeme, in welchen er alle Rücksichten erschöpfte, nach welchen er die Pflanzen studiren und klassifiziren zu können glaubte, die einen sind allgemein, wie die Figur, Größe, Dicke, Dauer, Klima u. s. w. Die anderen sind von allgemeinen Organen abgeleitet, wie z. B. die Wurzel, die Aeste, die Blätter, die Blüten oder von besonderen, wie der Kelch, die Blumenkrone, die Staubgefäße, das Pistill, die Frucht u. s. w. oder es sind zusammensetzende Theile von diesen, z. B. wie die Antheren, der Pollen, die Samenkörner, so wie Modifikationen, welche diese Theile ihrer Zahl und ihrer Lage nach u. s. w. zeigen können. Er wandte sodann auf diese 65 Verbindungen die weiter oben angegebene Berechnung an, indem er die Gattungen, je nachdem eine größere Zahl von seinen Systemen sie ihm näher oder entfernter zeigte, zusammenbrachte oder entfernte. Eine gewisse Summe von Aehnlichkeiten, welche zwischen einer gewissen Anzahl von Gattungen stattfand, begründete die Charaktere einer Familie, eine geringere Summe zeigte den mehr oder minder großen Zwischenraum an, welcher sie von einander trennte. Er erhält auf diese Weise 58 Gruppen, welche in eine gewisse Ordnung gebracht waren, die er als die natürliche Ordnung darstellte.

Waren seine Grundsätze, wenn man sie auch für richtig annimmt, wirklich anwendbar? Sein Verfahren war nichts anderes, als eine arithmetische Berechnung, wo jede fehlerhafte Zahl die Nullität der Resultate mit sich führte, jeder Fehler in einem der besonderen Systeme, in dem allgemeinen System vervielfacht wieder vorkam. Nun mußte das Auffinden neuer Pflanzen nothwendig Veränderungen in den Zahlen herbeiführen, die Fortschritte der Wissenschaft der Organisation Modifikationen in den meisten dieser Systeme zur Folge haben. Dies ist auch wirklich der Fall gewesen, weil man heutzutage fünfmal so viel Pflanzen kennt, als man damals kannte, und viele Wahrheiten, welche man nicht wußte: die Richtigkeit des Princips hätte also die Unrichtigkeit der Folgerungen nicht hindern können. Ueberdies ist es auch nicht richtig. Eine beinahe gleiche Wichtigkeit allen Organen und den Kennzeichen, welche man daraus schöpft, beilegen, um eben so viele Einheiten von gleichem Range, welche zu der Berechnung der Verhältnisse der Pflanzen kommen sollen, daraus zu machen, heißt den nämlichen Werth metallenen Geldstücken geben, welche verschiedenes Gewicht haben, heißt eben so viele Rechenpfennige von einem rein erdichteten Werthe daraus machen. Man muß also nothwendigerweise einsehen, daß das von Adanson befolgte Verfahren durchaus künstlich ist, und mußte, während man die Riesenarbeit und die Mannigfaltigkeit der Kenntnisse bewunderte, welche seine Anwendung erheischte, sich darauf gefaßt machen, daß es nicht zu dem versprochenen Ziele führen würd. Daher sind auch seine Familien, Anhäufungen von Gattungen, die oft ohne innere und wirkliche Verhältnisse sind, von keinem seiner Nachfolger angenommen worden, und sind bei weitem nicht so natürlich wie die seiner Vorgänger des Linne und besonders B. von Jussieu.

§. 697. **Methode des A. L. v. Jussieu.** — Um die nämliche Zeit fing Anton Lorenz v. Jussieu an, sich in die Kenntniß der Pflanzen bei seinem Oheime, Bernhard, einzuweihen, und es unterliegt keinem Zweifel, daß der junge Mensch nicht in dem innigen Umgange mit dem Greisen und in seinen gelehrten Unterweisungen den Keim gefunden habe, den er so gut zu befruchten und zu entwickeln verstand. Zehn Jahre später legte er der Akademie der Wissenschaften eine neue Methode vor, die er auch auf die Anlage des botanischen Gartens zu Paris anwandte, und welche 16 Jahre später, im Jahre 1789, gereift durch Nachdenken und beständiges Studiren, ihre Gestalt und ihren bestimmten Ausdruck erhielt, und sich auf alle damals bekannte Pflanzen in einem Hauptwerke, die Genera plantarum, erstreckte. Anfangs gab er das bis jetzt noch nicht im Drucke erschienene Verzeichniß der Gattungen, aus dem Garten von Trianon, in der Ordnung heraus, welche Bernhard eingeführt hatte; ein schätzbares Denkmal für die Geschichte der Wissenschaft, weil es erlaubt, nachzuweisen, bis zu welchem Punkte der Oheim gekommen war, von welchem Punkte der Neffe ausging. Da dieser die Principen, welche ihn bei der Begründung seiner Klassifikation geleitet haben, deutlich ausgesprochen hatte, so kann man, wenn man seine Arbeit mit denen seiner Vorgänger vergleicht, leicht angeben, welche von diesen Principien diejenigen sind, die sie

angenommen oder geahnt haben, und welche diejenigen sind, die sie nicht kannten. Wir werden es aber und hier nicht zum Geschäfte machen, den Antheil eines Jeden an diesem großen Werke zu bestimmen; diese rein historische und gar nicht für ein Elementarwerk berechtete Erörterung paßt durchaus nicht in den Rahmen dieses Werkes, das sich bloß mit den Gesetzen abzugeben hat, ohne sich um die Gesetzgeber zu bekümmern.

§. 698. A. L. v. Jussieu nahm wie Adanson an, daß die Untersuchung aller Theile einer Pflanze zu ihrer Klassifizirung nöthig sei, aber während er diese vollständige Untersuchung betrieb, suchte er nicht aus derselben auf eine theoretische Weise die Zusammenstellung der Gattungen abzuleiten, und, um sie in Familien zu gruppiren, ahmte er das Verfahren nach, das bei Bildung der Gattungen selbst beobachtet wurde. Die Botaniker, welchen die vollständige und constante Aehnlichkeit gewisser Individuen auffiel, hatten sie in Arten vereinigt, und sodann nach einer gleichfalls constanten, aber weit weniger vollständigen Aehnlichkeit, die Arten in Gattungen verbunden. Die Kennzeichen, welche in einer und derselben Art verschieden sein können, müssen von Ursachen herrühren, welche außerhalb der Pflanze, und nicht in ihr selbst liegen, z. B. ihr Wuchs, ihre Consistenz, gewisse Modifikationen in Form, Farbe u. s. w., die man mit dem Boden, dem Klima und unter anderen rein zufälligen Einflüssen vorkommen sieht. Die specifischen Kennzeichen hingegen, die, welche jedes Individuum haben muß, um zu einer gewissen Art gezählt zu werden, die Umstände, in welchen es sich befindet, mögen auch sein, wie sie wollen, müssen von der Natur der Pflanze selbst abhängen. Unter diesen Kennzeichen gibt es mehrere, welche andauernder sind, als die andern, und weniger dem Wechsel von einer Pflanze zu der anderen unterworfen sind, und dies sind diejenigen, welche, wenn sie sich bei einer gewissen Anzahl von Arten vorfinden, ihnen eine Aehnlichkeit verleihen, die auffallend genug ist, um eine Gattung daraus zu machen: diese werden also wegen ihrer Allgemeinheit, mehr Werth haben, als die specifischen, und die specifischen mehr als die individuellen. Wie ist man aber dahin gekommen, diese verschiedenen Werthe zu bestimmen? Die Natur selbst hatte der Beobachtung durch Züge von Aehnlichkeit, womit sie gewisse Pflanzen stempelt, die Arten und viele Gattungen gezeigt; über diese Gattungen hinaus fehlte aber dieser leitende Faden, weil alle Botaniker, die, bis auf diesen Punkt hin so ziemlich einig waren, sich von einander entfernten, damit jeder einen verschiedenen Werth einschlage. Indessen gibt es mehrere große Pflanzengruppen, die durch Züge von einer dergestalt augenscheinlichen Aehnlichkeit unter sich verknüpft sind, daß sie keinem entgangen sind, und daß man nicht nöthig hat Botaniker zu sein, um sie zu erkennen. Außer diesen Zügen, welche allen Arten einer von diesen Gruppen gemeinschaftlich sind, gibt es auch einige, welche nur einer gewissen Anzahl unter denselben gemeinschaftlich sind, so daß sie in eine große Menge secundärer Gruppen eingetheilt werden können. Diese waren von den Botanikern als Gattungen anerkannt worden. Man hat ja also schon einige Sammlungen von Gattungen, die augenscheinlich eine größere Aehnlichkeit unter sich als mit denen von jeder andern Gruppe hatten, oder mit andern Worten, einige unbestreitbar natürliche Familien. Jussieu meinte, daß der Schlüssel der natürlichen Methode hier wäre, weil er durch Vergleichung der Kennzeichen einer von diesen Familien, mit denen der Gattungen, woraus sie besteht das Verhältniß der einen zu den andern erhalten würde; weil er, wenn er mehrere unter sich vergleiche, sehen würde, welche Kennzeichen, die allen Pflanzen einer und derselben Familie gemeinschaftlich sind, von der einen zur andern abwechseln; weil er auf diese Weise zu der Bestimmung des Werthes eines jeden Kennzeichens gelangen würde, und weil dieser Werth, wenn er einmal auf diese Weise vermittelst dieser von der Natur so deutlich geschiedenen Gruppen bestimmt wäre, seinerseits auf die Bestimmung derjenigen angewandt werden könnte, denen sie dieses Familiensiegel nicht so deutlich aufgedrückt hat, und welche die unbekannten dieses großen Problems wären; er wählte also sieben angenommene Familien, welche man unter den Namen Gramineen, Liliaceen, Labiaten, Compositen, Umbelliferen, Cruciferen und Leguminosen kennt. Er sah ein, daß der Bau des Embryo in allen Pflanzen einer von diesen Familien identisch ist; daß er monokotyledonisch bei den Gramineen und Liliaceen, dikotyledonisch bei den fünf andern ist; daß der Bau des Samenkorns auch identisch ist; daß der monokotyledonische Embryo in der Achse einer fleischichten Samenhülle, bei den Liliaceen; auf der Seite einer mehlichten Samenhülle, bei den Gramineen liegt; daß der dikotyledonische Embryo sich an der Spitze einer harten und hornartigen Samenhülle bei den Umbelliferen befindet, und keine Samenhülle bei den drei andern hat; daß die Staubgefäße, welche ihrer Zahl nach in einer und derselben Familie, z. B. bei den Gramineen, verschieden sein können, es gewöhnlich aber nicht in ihrer Einfügungsweise sind; hypogynisch bei den Cruciferen; auf der Korolle bei den Labiaten und Compositen, auf einer epigynischen Scheibe bei den Umbelliferen. Er erhielt auf diese Weise den Werth gewisser Kennzeichen, welche in einer und derselben natürlichen Familie nicht verschieden sein durften. Unter diesen aber fanden sich andere veränderliche, welche er gleichfalls entweder durch das Studium anderer von der Natur selbst angezeigter Familien, oder bei denen zu bestimmen suchte, welche er durch Anwendung dieser ersten und mehrerer anderer, gleichfalls auf Beobachtung gegründeter Regeln bildete. Wir können ihm hier in das Ausführliche dieser langen Arbeit nicht folgen, aus welcher die Begründung von 100 Familien, welche alle damals bekannte Pflanzen umfaßten, hervorging.

§. 699. Man sieht aus dem vorhergehenden die Anwendung eines Princips, welches Adanson entgangen war, nämlich das, der Unterordnung der Kennzeichen, welche nach der Methode des Jussieu nach seinem eigenen Ausdrucke gewogen und nicht gezählt werden. Man sieht sie so an, als haben sie ganz ungleiche Werthe, so daß ein Kennzeichen vom ersten Range so viel gilt, als mehrere vom zweiten, eines von diesen so viel als mehrere vom dritten u. s. w. Dieser Werth wird durch die Beobachtung und die Erfahrung bestimmt, und in dem Verhältnisse als dieser sinkt, wird er immer weniger fest. Um mich einer weiter oben angewandten, gewöhnlichen Vergleichung zu bedienen, der, der Münzen von verschiedenem Metalle mit den verschiedenen Kennzeichen, welche durch ihre Vereinigung eine gewisse Summe von Verhältnissen zwischen den Pflanzen einer und derselben Familie ausmachen müssen, so hätten die Goldmünzen einen unveränderlichen Werth, mehr als die aus Silber, und die von Kupfer würden hier etwas mehr, dort etwas weniger gelten, indem sie für gewissermaßen dazu bestimmt sind, die Ausgleichungsmünze dieser Summe zu bilden, wo die Münze von einem edleren Metall die Hauptsache bildet und allein streng controlirt wird.

§. 700. Die Wichtigkeit der Unterordnung der Merkmale entspringt vorzüglich aus einer Betrachtung, welche wir noch nicht geltend gemacht haben, welche aber nothwendig aus der Verbindung mehrerer Kennzeichen in jeder Familie hervorgeht. Ein Kenn-

zeichen nämlich von einem höheren Range, hat eine gewisse Anzahl von einem verschiedenen Range in seinem Gefolge und schließt dagegen eine gewisse Anzahl anderer aus, so daß die reine und einfache Ankündigung der ersten schon hinreichend ist, um auf das Dasein oder die Abwesenheit dieser anderen im Voraus einen Schluß zu machen, und daß ein Theil der Organisation einer Pflanze im Voraus durch einen einzigen Punkt angezeigt ist, den man nachzuweisen wußte, was auf eine außerordentliche Weise die Forschung und die Sprache abkürzt und vereinfacht. So haben wir fast in jedem Kapitel dieses Werkes gesehen, daß die Abwesenheit oder die Gegenwart der Kotyledone, ihre Einheit oder ihre Mehrheit sich beinahe in allen Theilen der Pflanze beurkunden, welche starke und auffallende Verschiedenheiten darbieten, je nachdem ihr erster Keim sich in dieser Beziehung auf eine verschiedene Weise angeordnet gezeigt hat. Wenn wir sagen, daß eine Pflanze monokotyledonisch oder dikotyledonisch sei, so bezeichnen wir nicht bloß diese einfache Thatsache, sondern ein Ganzes von Thatsachen; wir haben eine Vorstellung von der allgemeinen Anordnung der Elementarorgane in ihren Geweben, von der Art und Weise, wie sie keimt und sich verästet, von dem Bau und von der Benervung ihrer Blätter, von der Symmetrie ihrer Blüten ꝛc., aus dem und dem secundären Kennzeichen können wir gleichfalls mehrere andere, von einem höheren, gleichen oder niedereren Range ableiten: sagen, daß die Blumenkrone monopetal ist, heißt sagen, daß die Pflanze, welche damit versehen ist, dikotyledonisch sei, daß die Staubgefäße auf der Blumenkrone in einer bestimmten, gleichen oder geringern Zahl als die ihrer Zertheilungen ist, eingefügt sind. Die Kenntniß aller dieser constanten Verhältnisse zwischen den verschiedenen Theilen, welche es möglich machen, von dem Theile auf das Ganze, wie von dem Ganzen auf den Theil zu schließen, ist die Grundlage der natürlichen Methode, und wenn diese Kenntniß vollkommen wäre, so könnte man sagen, daß die Methode die Wissenschaft selbst sei, weil sie Stelle, welche sie jeder Pflanze anweisen würde, ihre ganze Organisation ganz kurz angäbe, und weil von ihrer Organisation ihre ganze Art und Weise zu leben abhängt. Daher sehen wir auch, daß in einer wahrhaft natürlichen Familie eine große Uebereinstimmung ihrer häuslichen oder medizinischen Eigenschaften zwischen den Pflanzen vorherrscht, woraus sie besteht; was wenig befremden darf, weil die Aehnlichkeit der Organe die der Produkte in denselben zur Folge haben muß. Diese Wahrheit gibt der natürlichen Methode aus dem Gesichtspunkte der praktischen Nützlichkeit einen großen Vorzug.

§. 701. **Klassen.** — Sind die Familien einmal gegründet, so handelt es sich davon, sie untereinander so zu ordnen, daß man ihrerseits diejenigen, welche sich am meisten gleichen, zusammenstellt, und die von einander trennt, welche sich am wenigsten gleichen. Das Verfahren, welches bei dem Gruppiren der Gattungen befolgt wurde, bei sich auf eine natürliche Weise dazu an; die Kennzeichen, welche mehreren Familien zu gleicher Zeit gemeinschaftlich waren, machten es möglich, mehrere davon in höhere Gruppen zu ordnen und die eingeführte Unterordnung der Kennzeichen gab an, in welcher Ordnung sie angewandt werden müssen. Das Kennzeichen des Embryo ging augenscheinlich allen andern voran, und theilte das Pflanzenreich in drei große Zweige: die akotyledonischen, monokotyledonischen und dikotyledonischen Pflanzen. Nach diesem Grundmerkmale, aber weit unter demselben, brachte Jussieu die Einfügung der Staubgefäße, welche entweder hypogynisch, perigynisch oder epigynisch sind, an. Aber bei den dikotyledonischen Pflanzen verwachsen diese Staubgefäße an ihren Staubfäden mit der Korolle, wenn sie monopetal ist, so daß in diesem Falle ihre Einfügung anstatt unmittelbar auf dem Torus, auf dem Kelche oder auf dem Eierstocke stattzufinden, nur durch die Vermittlung der Blumenkrone bewerkstelligt wird, welche an einem dieser drei Punkte entsteht. Das Kennzeichen der Blumenkrone, das auf diese Weise mit dem der Einfügung verbunden ist, geht gleichen Schritt mit ihm; die Einfügung ist nichts, als der Ausdruck der relativen Lage der beiden Ordnungen von Blütenorganen; der Staubgefäße in Beziehung auf das Pistill in einer und derselben Hülle. Sind sie aber auf verschiedenen Blüten getrennt, so findet dieses Verhältniß nicht Statt, und dann muß man die Erscheinung ihrer Trennung selbst bezeichnen. Dies sind die hauptsächlichsten Erwägungen, nach welchen die Familien in fünfzehn Klassen eingetheilt wurden, die hier in einer Tabelle, durch welche sie deutlicher gemacht werden, ganz kurz zusammengestellt sind. Die in den Kolonnen gebrauchten Ausdrücke sind früher erklärt worden (§. 373, 381, 382); die von der letztern sind in neuerer Zeit vorgeschlagen worden, um jede Klasse bequemer zu bezeichnen.

§. 702. Es sind also zwei abgesonderte Stücke in der Methode des Jussieu zu erwägen: 1) die Gruppirung der Gattungen in Familien; 2) die Zusammenstellung dieser Familien in Klassen und ihre Reihe. Fast immer begnügen sich die Elementarwerke, diese Eintheilung in Klassen, wie sie in der nebenstehenden Tabelle angezeigt ist, unter dem Namen dieser Methode anzugeben, obgleich sie nur den minder wichtigen Theil dieser großen Arbeit ausmacht. Der Hauptschritt zu Begründung der natürlichen Klassifizirung war der der Familien, welche diesen Namen verdienten, und dies vollbrachte Jussieu. Er scheint selbst diese Unterscheidung, von welcher wir sprechen, durch den Titel eines Werkes angezeigt zu haben, welches die Gattungen ankündigt, die nach einer im Garten zu Paris angewandten Methode in natürliche Familien gebracht sind (Genera plantarum secundum ordines naturales juxta methodum in Horto Regio Parisiensi exaratum). Er wandte also das Beiwort auf die Familien, und nicht auf die ganze Methode an. Indem er nun zuerst die wichtigen Principien aufstellte, welche nicht bloß die Klassifizirung der Pflanzen, sondern aller organischen Wesen regeln müssen; indem er durch die Familien, in welche er alle Pflanzen vertheilte, der Wissenschaft eine dauerhafte Grundlage, sowie ein Modell gab, hatte er genug gethan, so daß man von dieser Zeit an die Begründung der natürlichen Methode datiren konnte, welche jetzt nicht mehr zu entdecken, sondern bloß zu vervollkommnen war.

Seine Familien sind ganz und bloß mit den Veränderungen beibehalten worden, welche die Fortschritte der Wissenschaft nothwendig dadurch mit sich führen, und daß man entweder gründlich Pflanzen kennen lernt, die nur unvollkommen bekannt waren, oder dadurch, daß man eine große Menge neuer entdeckt, für welche man neue Rahmen machen, oder die alten erweitern muß. Wenn aber in diesen Fällen die conventionellen Schranken sich ändern, so ändern sich doch nicht die wirklichen Verhältnisse, eben so wenig, wie die der verschiedenen Punkte in einer Strecke Landes, das aus einer einzigen Provinz in mehrere Departements getheilt würde.

Was die Zusammenstellung der Familien betrifft, so ist sie oft angegriffen und modifizirt worden, und zwar nicht in ihrer Grundeintheilung, welche allgemein angenommen wurde, wohl aber in ihren secundären Eintheilungen, die aus der Einfügung der Staubgefäße genommen wurden. Man hat ihnen den Vorwurf gemacht, daß sie viele Ausnahmen zulasse, daß sie mehreren natürlichen Annäherungen zuwiderlaufe, und andere herbeiführe, welche es nicht sind. Diese

Schlüssel zu der Jussieu'schen Methode.

Akotyledonische Pflanzen				1 akotyledonische Pflanzen.
Monokotyledonische Pflanzen. Staubgefäße		hypogynisch		2 monohypogynisch.
		perigynisch		3 monoperigynisch.
		epigynisch		4 monoepigynisch.
Dikotyledonische Pflanzen.	blumenblattlos. —	epigynisch		5 oberstaubblattig.
		perigynisch		6 umstaubblattig.
		hypogynisch		7 unterstaubblattig.
	einblättrig. —	hypogynisch		8 unterkorollenblättig.
		perigynisch		9 umkorollenblättig.
		epigynisch; Antheren.	unter sich verwachsen.	10 oberkorollenblättig mit verwachsenen Staubbeuteln.
			frei	11 oberkorollenblättige Korisantheren.
	vielblättrig. —	epigynisch		12 oberblättrig.
		hypogynisch		13 unterblättrig.
		perigynisch		14 umblättrig.
	unregelmäßig diklinisch			15 dik.inisch.

Vorwürfe sind oft gerecht, aber doch, obgleich ein halbes Jahrhundert seit dieser Klassifizirung verflossen ist, und viele Versuche gemacht worden sind, eine bessere an ihre Stelle zu setzen, ist bis jetzt nicht viel Besseres gefunden worden, nichts wenigstens, was die Annahme der Mehrheit der Botaniker rechtfertigt.

§. 703. Decandolle, welcher zuerst die natürliche Methode auf alle Pflanzen eines großen Landes, Frankreichs, und später auf alle Pflanzenarten anwandte, befolgte in der Reihe der Familien eine Ordnung, die sich wesentlich von der des Jussieu nicht entfernt. Indem er die dikotyledonischen Pflanzen in bodenblütige (thalami flori), welche genau den hypopetalischen entsprechen, in kelchblütige (calyci flori), welche den peripetalischen entsprechen, in blumenblütige (corolli flori), welche den monopetalischen entsprechen, und in einblütenedige (monochlamydei), welche den Blumenblattlosen entsprechen, eintheilt, so hat er die Regeln befolgt, welche aus der Blumenkrone und ihren Einfügungen genommen sind, und unterscheidet sich nur dadurch, daß jede der beiden letzteren seiner großen Klassen mehrere enthalten.

§. 704. Ein englischer Botaniker, dessen Name, wenn uns die Schranken dieses Buches nicht historische Erläuterungen untersagt hätten, auf vielen Blättern vorgekommen wäre, weil es wenige wichtige Punkte der Pflanzenorganisation gibt, über welche er nicht ein lehrreiches und neues Licht verbreitet hätte, Robert Brown, ist einer von denen, welche auch am meisten zur Vervollkommnung der Familien beigetragen haben, und er hat zu gleicher Zeit das angegeben, was noch zu thun ist, um zu der natürlichen Ordnung zu gelangen: „Eine methodische und „zu gleicher Zeit natürliche Anordnung der Familien, „sagt er, ist bei dem gegenwärtigen Zustande unserer Kenntnisse vielleicht unthunlich. Wahrscheinlich „ist das Mittel, einmal dahin zu gelangen, sie für „den Augenblick in ihrer Gesammtheit bei Seite zu „lassen, und seine ganze Aufmerksamkeit auf die Verbindung dieser Familien, in gleichfalls natürliche, „und gleichfalls einer Erklärung fähige Klasse zu richten. Das Dasein mehrerer dieser natürlichen Klassen „ist schon anerkannt."

Dieser Richtung folgten die meisten von den Botanikern, die sich mit der Lösung dieses wichtigen Problems abgaben. Der Name: Klassen, ist von ihnen auf weit beschränktere Gruppen angewandt worden, als die sind, welchen Jussieu diesen Namen gab, auf mehrere sogar von denen, aus welchen er diese Familien machte, die sich aber außerordentlich durch die neuen Entdeckungen vermehrt haben. Die Anzahl der zu seiner Zeit bekannten Arten, und auf deren Studium seine Methode begründet werden konnte, erreichte nicht völlig die Zahl von 20,000, und wenn man die, welche man heutzutage kennt, auf 100,000 anschlägt, so wird man von der Wahrheit nicht sehr entfernt sein. Man kann also sagen, daß nach einer Mittelzahl seine Familien jetzt Sammlungen von Pflanzen enthalten, die fünfmal größer als im Anfange sind, und sie mußten eine ganz andere Wichtigkeit erlangen. Familien, wie seine Rosaceen, seine Leguminosen, seine Malvaceen, seine Euphorbiaceen, seine Urticeen u. s. w., stellen augenscheinlich für sich allein eben so viele Klassen vor, während andere nöthig haben, daß mehrere mit einander verbunden werden, um Gruppen von einem äquivalenten Werthe zu bilden. Lindley hat den neuen Namen Allianz vorgeschlagen, um diese Klassen zu bezeichnen, indem er jenem alten Namen seine ursprüngliche Bedeutung ließ, nämlich die, durch welche man die hauptsächlichen und nicht so zahlreichen Eintheilungen der sehr großen Verzweigungen des Pflanzenreichs bezeichnete. Er hat alle Familien in eine ziemlich große Menge dieser Allianzen vertheilt, wovon jede eine kleine Anzahl derselben umfaßt. In dem vollständigeren Werke, das man in unserer Zeit über die Gattungen besitzt, hat Endlicher auch die Vereinigung der Familien in höhere Gruppen versucht; in der neuesten Zeit hat Avolph Brongniart bei der neuen Anlage des botanischen Gartens in Paris 296 Familien in 68 Klassen gruppirt, deren Kennzeichen er angegeben hat. Man darf hoffen, daß von diesen gelehrten Versuchen, und von den Vervollkommnungen, welche das Studium der Organisation erhält, das jetzt viel weiter getrieben wird, als zu Anfang dieses Jahrhunderts endlich eine natürliche Klassifizirung hervorkommen wird, wenigstens in so weit, als es uns erlaubt ist, mitten unter der Vielfachheit der Beziehungen, welche die Pflanzen unter sich verbinden, und vorzüglich in der Verpflichtung darnach zu streben, die wir haben, in eine stetige Kette diese Ketzchen zu verbinden, welche sich nach allen Richtungen hin kreuzen, und nicht in der einen verbunden werden können, ohne in einer andern zu zerreißen. Aber man muß diese Vervollkommnungen und die Weihe der Zeit abwarten, um auf eine bestimmte Weise diese so sehr gesuchte Ordnung zu fixiren; diese Gruppen, Klassen oder Allianzen, wie man sie nennen will, müssen durch die allgemeine Zustimmung und ihre vollkommen bestimmte Charaktere legitimirt werden, damit man aus ihrer Vergleichung ein allgemeines System ableiten könne.

§. 705. Ueberdies ist, trotz der Vervielfältigung der Familien, ihre Zahl nicht so groß, daß das Gedächtniß ihre unterscheidenden Züge, besonders durch die Unterstützung, welche dasselbe von ihrer ersten Eintheilung in drei große Aeste erhält, nicht behalten könne. Der augenscheinliche Zweck der Methode ist, uns die vollständige Kenntniß der mannigfaltigen Pflanzen zu erleichtern, indem sie an die Stelle dieser natürlichen Einheiten, die man Arten oder Gattungen nennt und welche in ihrer Menge nicht alle auf einmal dem Gedächtnisse, wenn es auch das glücklichste ist, gegenwärtig sein können, andere Einheiten von einem höheren Range, in einer ziemlich beschränkten Zahl setzt, damit ihre gleichzeitige Kenntniß nicht die Kräfte des menschlichen Geistes übersteige. Dies hat die Begrün-

dung der Familien bewirkt. Wenn man weiß, daß eine Pflanze zu der oder jener Familie gehöre, so hat man schon Begriffe über alle Hauptpunkte ihrer Organisation und über ihre Beziehungen zu den übrigen Pflanzen. Jedesmal wenn wir nöthig haben, ausgedehntere zu finden, so werden unsere Forschungen, die auf einen engeren Kreis beschränkt sind, rascher und leichter; daher rühren die unbestreitbaren Fortschritte, welche die Botanik gemacht hat, seitdem die Familien an die Stellen anderer Systeme getreten sind, deren secundäre Gruppen, welche Pflanzen durch einen Punkt ihrer Organisation vereinigten, nur einen einzigen, oft unbedeutenden Zug vorstellten. Daher rührt jene weiter oben ausgesprochene Behauptung: daß der wichtige Schritt zu Entdeckung der natürlichen Methode die Begründung von Familien sei, die dieses Namens und des Princips der Unterordnung der Kennzeichen würdig sind.

Indem ich diesen Anspruch auf Ruhm für den Namen, den ich zu führen die Ehre habe, nachweise, glaube ich eben so sehr durch das Gefühl den Gerechtigkeit, als durch ein sinnliches Gefühl dazu bewogen zu sein. Es lag überdieß daran, den Geist der Zöglinge von der Wahrheit ganz zu durchdringen, daß Jussieu's Werk nicht in der kurzen Tabelle liege, die man ihnen als einen kurzgefaßten Inhalt vorlegt, daß es unangetastet bleiben würde, selbst wenn man sie umwandelt oder verwirft, und daß, wenn man sich mit derselben vertraut macht, man über dieselbe hinausgehen müsse, wenn man einen deutlichen Begriff von der natürlichen Methode haben will. Die Kenntniß der Familien ist allerdings zu groß, und erheischt ein zu langes Studium, als daß sie die Schüler vollständig erlangen können, aber es ist räthlich, daß sie einige davon sorgfältig studiren, daß sie sich dieses Ganze von Kennzeichen, welche sie begründen, vollständig zu eigen machen. Alsdann können sie aus Analogie andere beurtheilen, und deutlich einsehen, was man unter Familien versteht.

§. 706. Die Schranken dieses Werkes erlauben uns nicht, sie alle, wenn auch nur kurz, anzuführen. Wir begnügen uns also mit einer Reihe von Tabellen, die dazu dienen sollen, ihre Hauptzeichen auffassen zu lassen. Unter allen diesen Familien aber werden wir einige herausheben, welche wir etwas ausführlicher, aber doch so gedrängt als möglich beschreiben wollen. Und dies sollen die wichtigsten, oder auch solche sein, welche irgend einen Punkt einer nicht sehr gemeinen oder seltenen Organisation zeigen und uns daher bei ihrer Charakterisirung Gelegenheit geben werden, die allgemeineren Begriffe zu ergänzen, auf welche wir uns in dem Verlaufe der vorhergehenden Erörterung beschränken mußten. Wir werden auch bei denjenigen etwas ausführlich sein, die sich durch einige besondere Eigenschaften, durch Produkte auszeichnen, die entweder der Industrie, der Hauswirthschaft, der Heilkunde nützlich, oder im Gegentheile schädlich sind.

§. 707. Nach allen den Betrachtungen, welche weiter oben, bei der Darstellung aller Familien des Pflanzenreichs, gegeben worden sind, werden wir ferner die groben Eintheilungen Jussieu's vorzugsweise vor denen annehmen, die man in der neuesten Zeit vorgeschlagen hat, weil diese noch nicht auf festen Regeln beruhen, und weil ihrem Ganzen, trotz dem Verdienste, das sie haben können, wenn man sie einzeln mit einander vergleicht, noch dieses systematische Band abgeht, vermittelst dessen der Anfänger sie leicht begreifen und in seinem Gedächtnisse behalten kann. Wir glauben indessen doch nicht strenge die Ordnung befolgen zu müssen, nach welcher sie ursprünglich aufgestellt sind, und wir haben noch die neuen Gründe zu erklären, nach welchen diese Ordnung in einigen ihrer Theile umgekehrt werden zu müssen scheint.

Jussieu ist bei der Anordnung seiner Familien weise von dem einfachen zum zusammengesetzten übergegangen, indem er mit den akotyledonischen Pflanzen anfing, und mit den dikotyledonischen aufhörte.

Die Richtigkeit dieses Fortschreitens ist allgemein anerkannt worden, nicht als ob das doppelte Vorkommen der Kotyledone verwickelter als das einfache, und ihr einfaches Vorkommen verwickelter als ihre gänzliche Abwesenheit wäre, sondern, weil die akotyledonischen Pflanzen, wenn man sie in allen ihren Theilen betrachtet, augenscheinlich einfacher als die kotyledonischen, die dikotyledonischen einfacher als die monokotyledonischen sind: dies geht aus der Untersuchung aller ihrer Organe hervor, und wir haben hier nicht nöthig, Beweise dafür zu liefern, welche doch nur Wiederholungen von dem wären, was wir bereits bei der Abhandlung eines jeden von diesen Organen zu sagen Gelegenheit hatten. Diese Ordnung kann also bis jetzt keinem Einwurfe unterliegen. Die dikotyledonischen Pflanzen wurden in blumenblattlose, einblättrige, vielblättrige und zweibeilige oder diklinische eingetheilt; dieser Reihe glauben wir folgende substituiren zu müssen: 1. diklinische, 2. blumenblattlose, 3. vielblättrig, 4. einblättrig. Wir wollen jetzt untersuchen, worin die letzteren einen Grad der Zusammensetzung, der den vorhergehenden vorzuziehen ist, darzubieten, und demnach diese neue, ihnen von uns angewiesene Stelle zu verdienen scheinen.

§. 708. Jedes organische Wesen ist es in einem um so höhern Grade, als sein Leben von der Ausübung einer größern Anzahl von Verrichtungen entspringt, und als die mit diesen Verrichtungen beauftragten Organe zusammengesetzt sind. Unter den allgemeinen Verrichtungen gehören die einen zu einer Ordnung, die höher ist als die der andern; dies sind diejenigen, welche nicht allen gemein sind, sondern nur das besondere Attribut einer gewissen Anzahl von Wesen werden. Die damit begabten haben auch nothwendig vor den andern einen Vorzug, weil sie außer den nämlichen Akten eine gewisse Anzahl verschiedener Akte verrichten, und die Fähigkeit zu denselben die der ersten voraussetzt. Durch die Fähigkeit dieser weitern Akte, durch das, was man die Dignität der Funktionen zu nennen übereingekommen ist, kann man den Grad der Organisation nachweisen, eine Regel, die zu derjenigen gehört, die wir vorher bloß aus ihrer Zahl abgeleitet haben.

§. 709. Durch dieselben Schlüsse wäre es leicht zu beweisen, daß die nämliche Funktion nach den verschiedenen Wesen auch verschiedene Grade der Dignität zeigen könne, weil sie nicht in allen auf eine identische Weise ausgeübt wird, sondern in den einen durch gewisse Akte, in den andern durch andere Akte, die zu den ersten hinzukommen. Die Organe, welche die Agenten derselben sind, vervielfältigen und vervollkommnen sich also in dem nämlichen Verhältnisse.

§. 710. Da die natürliche Klassifizirung zum Zwecke hat, diese verschiedenen Grade der Organisation in ihrer aufsteigenden Bewegung vorzustellen, so muß sie ihr Augenmerk darauf richten, in jedem Wesen das Höhere, zuerst als Funktion, sodann als Organe, welche dazu beitragen, nachzuweisen, und man nennt diese Organe die wichtigsten, nicht weil sie für das Leben die unentbehrlichsten sind, das auch oft ohne sie erhalten werden kann, sondern weil sie die eigentliche Natur des Wesens begründen, das damit versehen ist, und weil es durch sie dieses und kein anderes Wesen ist.

§. 711. Wir wollen jetzt diese Regeln auf die Pflanzen anwenden. Wir haben bei denselben zwei wichtige Funktionen, die der Ernährung und der Reproduktion kennen gelernt. Die zweite wird unstreitig in dem Sinne, den wir so eben diesem Worte beigelegt haben, die wichtigere sein, weil sie nothwendig die erste voraussetzt, weil die Pflanze einen Theil

ihres Lebens hinburch auf die Organe der Vegetation beschränkt ist, und es sogar ihr ganzes Leben hinburch sein kann, weil sie aber nur durch die Entwicklung der andern vollständig ist. Nach der stufenweisen Vervollkommnung derselben müssen wir die Stufenleiter des Pflanzenreichs zu bilden suchen; um sie aber auf eine breitere Grundfläche zu stellen, können wir uns mit der vergleichenden Untersuchung der Organe der Vegetation helfen, deren stufenweises Fortschreiten, wie Decandolle richtig angegeben hat, einen beinahe parallelen Gang einschlägt, wenn man es wenigstens auf eine ganz allgemeine Weise betrachtet.

712. Die Zahl ist um so vollkommener, je größer die Zahl der verschiedenen Organe ist, die mit einander zu der Reproduktion beitragen. Wohin verlegen wir aber die erste Stufe, die einfachste, die uns zum Ausgangspunkte dienen soll? Wir haben die Pflanzenorgane kennen gelernt, die einen sind einfach, die andern zusammengesetzt. Unter den ersten ist das einfachste augenscheinlich eine Zelle, weil sie der erste Zustand aller andern ist, und die einfachste Pflanze wäre demnach die, welche auf eine Zelle oder auf eine kleine Anzahl unter sich identischer Zellen reduzirt wäre; ein Grad der Reduktion, den man an gewissen Algen bemerkt, die demnach die erste Stelle in einer Reihe einnehmen müssen, welche vom Einfachen zum Zusammengesetzten übergeht. Hier ist jede Zelle bei ihrer Trennung von den andern geeignet, die Pflanze fortzupflanzen; es findet hier eine vollständige Verschmelzung der Vegetations- und Reproduktionsorgane Statt.

§. 713. Wir finden sodann in der nämlichen Klasse andere Pflanzen, deren Gewebe, obgleich es noch auf keine Weise die Trennung der Organe anzeigt, die wir Grundorgane genannt haben, doch nicht so homogen ist wie in den vorhergehenden. Einige von den Zellen unterscheiden sich von den andern durch ein besonderes Aussehen und Produkt, so daß diese geeigneter als die andern sind, bei ihrer besonderen Entwicklung eine Pflanze zu reproduziren, welche denen ähnlich ist, wovon sie einen Theil ausmachten. Diese Theile des Gewebes, welche mit dieser besonderen Eigenschaft begabt, aber zerstreut und gleichsam inmitten desselben verloren sind, können sich in anderen Pflanzen deutlicher aufstellen, einen gewissen bestimmten Platz einnehmen; die allgemeine Form mußte sich alsdann regelmäßiger abbilden, und die Individualität der Pflanze sich mehr aussprechen, denn man konnte sie kaum bei den niederern Graden erkennen.

§. 714. In dem Verhältnisse als diese Theile, wo sich das Reproduktionsvermögen concentrirt, sich unterscheiden und sich mehr von dem übrigen Theile des Gewebes absondern, nimmt dieses bestimmtere Formen an, und fängt selbst an, die Trennung der Theile, die ersten Skizzen der Organe zu zeigen, welche wir Grundorgane genannt haben; das eine, das centrale oder die Achse, die andern, die seitenständigen oder die Blätter, was man z. B. an den Jungermannien und den Moosen sieht. Sodann vervollkommnen sich die Stämme und die Blätter, und alsdann sind im Allgemeinen diese mit ihren entweder dichten oder mehr oder weniger veränderten Formen, wie z. B. in den Farnkräutern beauftragt, die Fortpflanzungsorgane zu tragen. In allen Fällen aber bestehen diese Organe nur theilweise aus dem Zellgewebe, das auf eine besondere Weise modifizirt ist, so daß bei gewissen Zellen sich mehrere andere bilden, welche wir Sporen genannt haben. Bisweilen entwickeln sich und immer auf Kosten des nämlichen Gewebes überdies noch andere, welche abermals verschieden sind und deren noch unbestimmte Wirkung nach einigen Schriftstellern mit denen der ersten beitragen müsse, damit diese die Pflanze reproduziren könne.

§. 715. Aus dieser raschen Untersuchung der Kryptogamen können wir den Schluß machen, daß der Grad der Verschmelzung zwischen den Vegetations- und Reproduktionsorganen das Maß für den Grad der Einfachheit der ganzen Pflanze abgibt; daß ihre immer deutlichere Absonderung im Allgemeinen eine immer zusammengesetztere Organisation bezeichnet, wie dies die Vervollkommnung der Grundorgane beweist, von denen man sieht, daß sie nach der nämlichen Progression verwickelter werden.

§. 716. Bei den Kotyledonen oder Phanärogamen sehen wir, wie die Reproduktionsorgane eine neue und gedoppelte Form annehmen, nämlich die der Anthere und des Eichens, und die gegenseitige Wirkung dieser beiden Organe ist erforderlich, daß die Funktion vor sich gehe. Diese Nothwendigkeit ihrer Mitwirkung beweist einen höheren Grad der Würde in der Funktion, welche einen neuen Namen, den der Befruchtung, annimmt. Sie begründet ein Verhältniß zwischen den Pflanzen und dem Thierreiche, das sich ohne Widerspruch einer weit höheren Organisation erfreut. Es kann nun kein Zweifel obwalten, daß die Phanärogamen höher organisirt sind als die Kryptogamen. Man hat also nur noch zu erforschen, wie man bei den ersten dieser Stufenfolge begründen könne, die wir bei den zweiten kennen zu lernen versucht haben.

§. 717. Die Vegetationsorgane sind bei den Phanärogamen, wie bei den Kryptogamen die höchsten, Achsen und Blätter; die der Reproduktion, begreift man unter dem allgemeinen Namen Blüte, und wir haben gesehen, daß man jetzt allgemein darin übereingekommen ist, die verschiedenen Theile der Blüte als eben so viele Blätter anzusehen, die mehr oder weniger stark modifizirt sind. Je vollständiger die Verwandlung der einen in die andere ist, desto stärker und deutlicher zeigt sich der Unterschied zwischen den Vegetations- und Reproduktionsorganen, und desto weniger ist, wenn die oben aufgestellte Regel richtig ist, die Pflanze einfach.

§. 718. Die Modifikation ist immer ausgezeichnet und vollständig in den wesentlichen Organen der Befruchtung, der Anthere und dem Eichen. Die Anthere, bei welcher alle Zellen in ihrem Inneren mehrere andere von einer besonderen Natur, die unmittelbaren Agentien der Funktion (Pollenkörner) erzeugen, zeigt an diesem Punkte ihrer Organisation eine in die Augen fallende Aehnlichkeit mit den Sporen tragenden Blättern der Kryptogamen; aber das Blatt bei diesen wird nur unvollständig verwandelt und übt sogar in einem mehr oder minder großen Theile seines Umfangs seine Vegetationsfunktionen aus; in der Anthere hat es sich durch eine vollständige Metamorphose ausschließend der Reproduktionsverrichtung gewidmet, und weist durch diese deutliche Unterscheidung in Form und Wirkung bereits eine höhere Organisation nach. Das Eichen mit seinem so verwickelten Baue scheint weniger ein einziges Blatt, als ein kleiner Haufen von Blättern zu sein, aber nur durch das Denken und die Analogie wird man dahin gebracht, ihnen diesen Ursprung anzuweisen. Wenn es wirklich Blätter sind, so sind sie durchaus nicht erkenntlich und üben überdies ganz verschiedene Richtungen aus. Die Eichen sind ferner gewöhnlich unter einer Hülle verborgen, welche ein anderes gleichfalls, obschon in einem geringeren Grade, modifizirtes Blatt (das Karpell) bildet, so daß man sagen könnte, daß sich hier die Metamorphose auf ihre zweite Potenz erhoben habe. Bei den Kryptogamen findet sich nichts, das genau damit verglichen werden könnte.

§. 719. Wir haben aber gesehen, daß sehr oft andere in der Nähe befindliche Blätter, welche das Aussehen und die Verrichtungen eines Blattes ablegen, an dieser Verhüllung theilnehmen, um die Blüten-

hüllen zu bilden. Sie trennen die Staubgefäße und die Karpelle von den Vegetationsorganen noch mehr und bilden mit ihnen ein zusammengesetzteres und abgesondertes System. Das Hinzukommen dieser neuen Theile zu den Reproduktionsorganen scheint also einen neuen Grad von Organisation anzuzeigen.

§. 720. Indessen behalten diese verschiedenen Theile der Blüte öfters noch einige Spuren ihrer Blattnatur, ohne welche man nicht dahin gelangt wäre, diese zu erkennen: vorzüglich, wenn sie unabhängig von einander auf der verkürzten Achse, welche sie trägt, die relativen Stellungen behalten, die man unter den Blättern zu sehen gewohnt ist. Dieses Kennzeichen der Lage, das weit anhaltender als das der Form des Baues und demzufolge der Verrichtung ist, verwischt sich zuletzt; wenn es sich aber selbst verwischt, so darf man sagen, daß die Metamorphose ihren höchsten Grad erreicht. Dies hat nun in Folge der Verwachsungen zwischen den verschiedenen Blütenorganen Statt. Es ist klar, daß es bei einem Kelche oder einer fünfzahnigen Korolle, bei einer Röhre, die durch das Verwachsen von fünf Antheren gebildet ist, bei einem fünffächrigen Eierstocke, auf dem ein einfacher Griffel steht, schwieriger war, fünf Blätter zu erkennen, als in eben so vielen Kelchblättern, Blumenblättern, Staubgefäßen und Karpellen, die ganz getrennt sind; daß man in Staubgefäßen, welche regelmäßig auf einem abgeplatteten oder vorzüglich cylindrischen Torus, wie z. B. bei den Magnoliaceen, spiralförmig gestellt sind, eher modifizirte Blätter vermuthen konnte, als in eben diesen Staubgefäßen, welche von der Röhre des Kelches oder der Korolle, oder vorzüglich von einer Scheibe ausgeye, welche den Gipfel eines mit dem Kelche verschmolzenen Eierstocks überzieht. Man verbinde in einer Blüte diese verschiedenen Grade des Verwachsens der verschiedenen Theile mit einander und man gelangt zu einem Ganzen, wo jeder Beobachter, wenn er es nicht vorher weiß, keine Reihefolge von Blättern vermuthen kann und wo die Reproduktionsorgane so deutlich als es nur möglich ist, von denen die Befruchtung unterschieden sein werden, und zwar dadurch, daß sie ihre letzte Beziehung, die der Stellung verlieren.

§. 721. Man wird jetzt begreifen, warum wir gegen den allgemein angenommenen Gebrauch die einblättrigen über die vielblättrigen gestellt haben. Wenn man überdies nach einem andern allgemein angenommenen Principe den Werth der Kennzeichen nach ihrer Beständigkeit beurtheilt, so wird man finden, daß das der einblättrigen, besonders, wenn sie mit der mittelbaren Einfügung der Staubgefäße verbunden ist, weit weniger Ausnahmen, als das der vielblättrigen Korolle zuläßt. Die meisten vielblättrigen Familien enthalten einige blumenblattlose Gattungen und mehrere zeigen eine auffallende Verwandtschaft mit anderen Familien, welche durchaus keine Korolle haben. Dies ist ein so gut anerkannter Punkt, daß mehrere Schriftsteller vorschlagen, sie mit einander in eine große gemeinschaftliche Klasse zu bringen; dies that Brongniart, indem er die Dikotyledonen in zwei Reihen brachte; die eine, welche die verwachsenblättrigen enthält (§. 364), die andere, die getrennblättrigen, welche die Pflanzen mit freien oder gar keinen Blumenblättern enthalten würde.

§. 722. Die meisten Schriftsteller setzen ganz oben auf die Pflanzenleiter die bodenblütigen oder unterweibigen, vielblättrigen Pflanzen und unter ihnen die Ranunkulaceen, indem sie ihre Blüte wegen der großen Anzahl der wesentlichen Organe (Staubgefäße und Karpelle), welche sie gewöhnlich enthält, für vollkommener als andere ansehen. Dieser der Zahl beigelegte Werth scheint uns hier nicht mehr Berücksichtigung zu verdienen, als er bei der Beurtheilung des Linné'schen Systems, die von allen Anhängern der natürlichen Methode ausgebrochen wurde, erhalten hat. Die Vielfachheit der Blütentheile selbst strebt oft darnach, ihre Stellungsverhältnisse auf einer steigen Spirale wieder hervorzubringen und ihnen auf diese Weise, obschon sie zu einer einzelnen Blüte gehören, das Aussehen eines Blütenstandes zu geben. So stellen die Karpelle von gewissen Ranunkulaceen, zum Beispiel der Adonis, der Myosurus u. s. w., eine wahre Aehre vor und verrathen durch diese Stellung ihre Blattnatur. Das Verhältniß der Blütenorgane mit so vielen Blättern wird übrigens in einigen Fällen so offenkundig, daß eine andere Ranunkulacre (Helleborus) dem Genius des Goethe seine berühmte Theorie der Metamorphose eingab. Der Blütenstand zeigt uns den Uebergang der Vegetationsorgane zu denen der Reproduktionsorgane und gehört, nachdem er sie untereinander wirft, zu gleicher Zeit zu diesen beiden Verrichtungen. Je unmerklicher der Uebergang ist, und wir haben (§. 385) gesehen, daß er es bisweilen ganz ist, desto weniger spricht sich das Blütensystem deutlich aus, desto einfacher ist seine Zusammensetzung und weist ihm nach dem von uns aufgestellten Grundsatzen eine niedere Stelle an. Die große Anzahl von Theilen in einer einzigen Blüte, welche nicht seiten ihre Aehnlichkeit mit einem Blütenstande zum Resultate hat, würde oft bei weitem nicht den höchsten Grad der Organisation anzeigen, und wir möchten versucht sein, diesen eher in der gerade umgekehrten Anordnung, nämlich in der zu suchen, wo ein ganzer Blütenstand einer einzigen Blüte gleicht, was z. B. der Fall bei den Compositen ist. Wenn man überdies jede Blüte abgesondert von denjenigen betrachtet, wo der mit dem Eierstocke verschmolzene Kelch neue Formen angenommen hat, wo die einblättrige Korolle auf einer epigynischen Scheibe eingefügt ist und Staubgefäße trägt, welche mit ihren Antheren in eine Röhre verwachsen sind, so würden wir beinahe das Maximum der Verwachsungen und die Blütenorgane finden, welche aus so vollständig verwandelten Blättern etwas, als man sich nur denken kann.

§. 723. Die Monokotyledonen können in der Zusammensetzung ihrer Blüte wie die Dikotyledonen verschiedene Grade zeigen und sogar durch die Verwachsungen ihrer Theile in einen verwickelten Zustand gelangen, der fast eben so merkwürdig, wie der so eben angegebene ist: die Orchideen liefern ein Beispiel davon. Man sieht also nicht, warum sie in dieser Beziehung angesehen werden sollten, als stünden sie in der Organisation nach; denn wenn ihre Hüllen immer auf eine einfache Blütendecke beschränkt sind, so tritt dieser Fall auch bei den Blüten vieler Dikotyledonen ein, und man findet sogar unter diesen einige, welche auf ein nacktes Eichen beschränkt sind und einen höheren Grad von Einfachheit zeigen. Wenn man diese zwei großen Verzweigungen in Beziehung auf die Befruchtungsorgane betrachtet, so gehen sie demnach eher auf zwei Parallellinien als auf einer und derselben Linie, die eine rückwärts und im Gefolge der anderen. Wenn man nun aber zu der Vergleichung der Vegetationsorgane zurückgeht, so verschwindet die Gleichheit. Die Monokotyledonen zeigen einen einfacheren Bau, ein viel gleichförmigeres Gewebe.

§. 724. Wir haben Principien gesucht, nach welchen die Reihe der Pflanzen von den einfachsten bis zu den zusammengesetztesten begründet werden könnte, wir haben aber durch die verschiedenen Ansichten der Botaniker die Schwierigkeiten eingesehen, eine zu finden, welche dieser Bedingung vollkommen entsprechen und alle Pflanzen in ihre wahren Verhältnisse stellen könnte. Diese Verhältnisse sind wirklich in der Natur vielfach. Jede Art oder jede andere Sammlung von Pflanzen (Gattung, Familie u. s. w.) nähert sich mehreren an-

dern zugleich durch Verhältnisse von einem gleichen oder fast gleichen Werth, und in der ganzen Reihe können sich ihr nur zwei nähern, die vorangehenden und die nachfolgenden, was andere, oft eben so innige Verhältnisse nothwendiger Weise unterbricht. Linné hat auf eine sinnreiche Weise die Tabelle des Pflanzenreichs mit einer Landcharte verglichen, wo jedes Land zu gleicher Zeit an mehrere anstößt, von denen es umgeben ist: man ziehe eine fortlaufende Linie von dem einen zum andern; sie wird nur durch eine gewisse Anzahl von Ländern gehen und eine größere rechts und links liegen lassen. Die Reihe der Familien ist diese Linie, und wir können sie hier nicht alle aufstellen, als indem wir viele derselben außer ihrem natürlichen Platze stellen. Brown hat diese Wahrheit mit eben so viel Glück erklärt, indem er sagte, daß das Band organischer Wesen ein Netz und keine Kette sei. *)

Eine dritte Vergleichung, welche wir dem Pflanzenreiche selbst entlehnen, wird uns begreiflich machen, wie diese Vielfachheit der Verhältnisse den Begriff einer allgemeinen Reihe nicht ausschließe, und wie diese Linien, die sich nach allen Richtungen hinwenden, und sich kreuzen in eine einzige, stetige Linie gebracht werden können. Die Familien sind wie die Aeste eines großen Baumes, die auf einem gemeinschaftlichen Stamme wachsen, wovon jeder bei seiner Entwicklung mehrere andere zu gleicher Zeit berühren, und die sogar kreuzen kann, wovon einige andere, die über ihnen gewachsen sind, überragen können, die aber trotz dieser Divergenz nach einer Richtung hin, und dieser anscheinenden Verwirrung alle gegen den Stamm hin zusammenlaufen, und nach einander auf einer von unten nach oben entwickelten Linie aus demselben hervorkommen. Man begreift ohne weitere Ausführlichkeit, wie die Metapher fortgesetzt werden, und wie die, mit ihren Eintheilungen von jedem Range, und von jeder Größe mannigfaltig modifizirte Verästung alle diejenigen repräsentiren kann, welche man in dieser Klassifizirung annehmen will.

745. Die Zweige, welche auf den Aesten entstanden sind, welche die Familien vorstellen, werden selbst Gattungen vorstellen. Nun können sie alle nach der Reihe und nacheinander auf einem einfachen Aste oder auch mehrere mit einander auf einer und derselben Höhe auf einem selbst verästeten Aste entstehen; sie bilden auf diese Weise in dem ersten Falle eine Reihe, in dem zweiten eine Gruppe, diese doppelte Modifikation wird gleichfalls bei der Anordnung der Gattungen einer und derselben Familie beobachtet. Es gibt Familien durch Gruppirung, wovon jede von allen unter sich sehr ähnlichen Gattungen mehrere andere zu gleicher Zeit berührt, und sich in einer gewissen Unordnung zusammenstellt. Es gibt Familien durch Verkettung, wovon jede von den Gattungen die nachfolgende mit der vorhergehenden verknüpft, und eine ächte Reihe bildet, in welcher das letzte mit dem ersten nur durch dieses Gefolge von Zwischenkettchen verknüpft ist, und mit ihm bisweilen keine große Aehnlichkeit haben kann. Die ersten sind nothwendig natürlicher, als die zweiten.

Bevor wir die Tabelle und die Darstellung der Pflanzen beginnen, müssen wir noch einige Begriffe beifügen.

§. 726. 1) **Ueber ihren Namen.** — Mehrere von den ältesten und allgemein bekanntesten nehmen ihn von einigen ihrer ausgezeichnetsten Züge: Wie z. B. die Umbelliferen und Corymbiferen, von der Art und Weise ihres Blütenstandes; die Leguminosen und Coniferen von ihrer Frucht; die Labiaten und Cruciferen von der Gestalt ihrer Korolle, die Palmen, die Gramineen von dem Ganzen der Pflanze u. s. w. Was aber die anderen anbetrifft, so ist man allgemein übereingekommen, jede Familie mit dem Namen einer seiner Hauptgattungen, mit dem nämlich zu bezeichnen, die man als den Typus ansehen kann, um welchen herum sich alle andere reihen, und die Endung des lateinischen Wortes dieser Gattung wird in aceen, wie z. B. bei den Rubtaceen; in ineen, wie z. B. in Laurineen; in ideen, wie z. B. in den Caparideen; in arieen, wie z. B. in den Onagrarieen, verwandelt. Die erste dieser Endungen, in aceen, ist am gewöhnlichsten angenommen, und einige Schriftsteller bedienen sich vielleicht mit Recht ausschließend derselben. Man ist überein gekommen, gewöhnlich die einfache Endung in een beizubehalten, welche viele Familiennamen z. B. die Joneen, Polygoneen u. s. w., ehemals annahmen, um Eintheilungen von einer niederen Ordnung zu bezeichnen. Allerdings sind gewisse Familien fähig, in mehrere secundäre Gruppen eingetheilt zu werden, die durch Charaktere verbunden sind, welche man noch nicht für wichtig genug hält, um selbst zu der Würde einer Familie erhoben zu werden: man nennt sie Zünfte. So bilden die Meliaceen eine Familie, wovon alle Gattungen durch gewisse gemeinschaftliche Kennzeichen um die Gattung Melia vereint sind; es gibt aber noch andere Kennzeichen, welche nicht allen Gattungen der Familie gemeinschaftlich sind, und diese bilden zwei Verbindungen: die eine, welche man in der Melia und einigen anderen Gattungen wieder findet; die andere, welche man in den übrigen, und namentlich in der Gattung Trichilia beobachtet. Man kann also die Meliaceen in zwei Zünfte in Melieen und Trichilieen eintheilen. Die Zünfte müssen natürliche Gruppen bilden, und sie sind demnach gleichsam kleine Familien, die zu diesem Range erhoben werden können, wenn es sich ereignet, daß durch die Entdeckung einer ziemlich großen Anzahl neuer Pflanzen die Familie, wovon sie einen Theil ausmachen, selbst an Ausdehnung und Wichtigkeit gewinnt, um diese Zerstückelung zu rechtfertigen. Die meisten Zünfte, die ursprünglich unter dem Namen der Sektionen von Justieu in seinen Familien aufgeführt wurden, sind später selbst zu Familien geworden. Man darf sich also wenig darum bekümmern, ob eine Gruppe Familie oder Zunft sei, wenn sie nur ganz natürlich ist, und dies um so mehr, als alle Familien bei weitem nicht eine gleiche Wichtigkeit, entweder durch die Zahl der Pflanzen, welche zu derselben gehören, oder durch den Werth der Kennzeichen, welche sie unterscheiden, haben. Für die nachfolgende Aufzählung haben wir zu wenig Raum, um die zu den Zünften herabzusetzen, welche wir bloß in einigen Fällen angeben werden, wenn die in unsern Tabellen angewandten Kennzeichen, welche zwei Zünfte einer und derselben Familie etwas von einander entfernen, uns besonders darauf leiten werden. Wir werden auch ohne Unterschied die verschiedenen, soeben angezeigten Endungen gebrauchen und vorzüglich für jede Familie die Endung desjenigen Namens wählen, unter welchen sie gewöhnlich bekannt ist. Für diejenigen, welche einige Familien in der Natur studiren wollen, fügen wir den Rath bei, immer eine ganz authentische Art von der Gattung zu wählen, welche ihr ihren Namen gibt. Sie dürfen überzeugt sein, daß sie da keine von jenen Ausnahmen antreffen, welche den Studirenden vom rechten Wege abbringen. Welche Revo-

*) Jussiaeanam methodum secutus sum, cujus ordines plerique vere naturales . . . nec pro illa aliam substituere tentavi nec de ordinum verio admodum sollicitus fui. Ipsa natura omnia corpora organica reticulatim potius quam catenatim connectens talem vix agnoverit. Flor. Nro Holl. Wir haben die ganze Phrase angeführt, um durch das Zeugniß einer höheren Autorität das zu bestätigen, was wir weiter oben (§. 702) angeführt hatten, und um die Eintheilungen zu rechtfertigen, welche wir in der folgenden Darstellung (§. 707) angenommen haben.

lutionen man auch in den möglichen Umwandlungen der Gruppen bewirken mag, so ist z. B. ganz klar, daß der gemeine Zederac, der Typus der Gattung Melia, immer eine Meliacee sein werde.

§. 727. 2) **Ueber ihre Kennzeichen.** — Die der Reproduktion (characteres fructificationis) kommen zuerst und dienen wesentlich zu Bestimmung der Familien. Man fügt ihnen aber immer die der Vegetation bei, welche, wie wir gesagt haben, in den meisten Fällen irgend einen besonderen Zug für jede Familie zeigen und dadurch zur Verstärkung der ersten dienen; sie erleichtern auch dadurch das Nachforschen sehr; so geben z. B. einfache, gegenständige Blätter, mit zwischen den Blattstielen stehenden Nebenblättern, gleich auf den ersten Anblick eine Rubiacee zu erkennen. Ebenso wendet man bei der Beschreibung der Gattungen die Kennzeichen der Reproduktion und der Vegetation gemeinschaftlich an. Linné bediente sich nur der ersten und sparte die zweiten zu Unterscheidung der Arten auf.

Bald beschreibt man eine Familie in ihren geringsten Einzelnheiten und läßt keinen Zug weg; dies nennt man das natürliche Merkmal. Bald begnügt man sich mit den charakteristischen Zügen, deren Verbindung sie von allen andern unterscheidet; dies ist das wesentliche Merkmal. Auf dieses müssen wir uns beschränken.

§. 728. Aber dieses Merkmal entspringt, wie wir soeben gesagt haben, aus der Verbindung von mehreren, und nicht von einem einzelnen. Man darf sich also durchaus nicht mit dem einen von beiden begnügen, wäre es auch der Familie ganz eigen, wie z. B. die tetradynamischen Staubgefäße bei den Cruciferen. Dies hieße ein Porträt nach einem einzigen Gesichtszuge verfertigen wollen. Man wird aus den Tabellen ersehen, daß, um sich derselben bedienen zu können, die in dem Verlaufe dieses Werkes zerstreuten organographischen Begriffe, besonders die, welche wir über die Blüte, über die Symmetrie ihrer Theile und ihrer Einfügungen, über die Lage der Samenkörner und besonders über ihren Bau, dessen mannigfaltige Modifikationen die wichtigsten Kennzeichen und in verschiedenen Abstufungen liefern, mit den gebräuchlichen Bezeichnungen dem Geiste gegenwärtig sein.

§. 729. Wir wollen uns endlich der ganzen Unzulänglichkeit dieser Tafeln erinnern, die bloß dazu bestimmt sind, die Verschiedenheiten der Familien durch die hauptsächlichsten Punkte ihrer Organisation zu bezeichnen, aber durchaus nicht diese ganze Organisation kennen zu lehren. In dem Sinne der analytischen Methode verfaßt (§. 690), sind sie nothwendig mehr oder weniger systematisch und konnten um deutliche und klare Ansichten zu verschaffen, nicht immer die natürliche Ordnung beobachten. Einige Familien kommen daher etwas außer der Ordnung vor, die sie in denselben einnehmen sollten. Wir haben jedoch gesucht, sie so wenig als möglich von einander zu entfernen und sie wenigstens in der Gruppe der Familie zu zeigen, mit welchen sie die meiste Verwandtschaft haben, obgleich uns selbst dies nicht immer durch die Einräumungen gestattet war, welche die Begründung gewisser großen Eintheilungen zur Folge hatte, die der Diklinen z. B. Einige Anmerkungen können übrigens diese Abweichungen, so wie sie sich zeigen, angeben.

Wir werden hier die Kennzeichen, welche die drei großen Verzweigungen des Pflanzenreichs trennen, nicht wiederholen, weil sie in den verschiedenen Kapiteln dieses Buches vorgetragen worden sind.

Akotyledonen.

§. 730. Wir haben bereits im Allgemeinen ihre Vegetations- (§. 101—109, 120, 152) und ihre Reproduktionsorgane (§. 470, 600—607) untersucht. Es bleibt uns jetzt noch übrig zu sehen, wie diese mannigfaltig modifizirten Organe es möglich machen, mehrere Abtheilungen in dieser Klasse zu begründen. Wir wollen uns erinnern, daß die einen, einfacheren, in ihrem Baue nur Zellen, die anderen überdies noch Büschel zeigen, welche aus Fasern und Gefäßen bestehen; daß die einen keinen Unterschied der Grundorgane (Stamm und Blätter) zeigen, welche in den anderen vorkommen. Diese ersten Begriffe werden hinreichen, um zum Theile die nebenstehende Tabelle zu verstehen, und einige weitere Ausführungen werden die Erklärung derselben ergänzen.

§. 731. Die meisten von diesen Gruppen sind nicht sowohl Familien als Klassen, indem die zahlreichen Pflanzen, welche sie enthalten, in secundäre Gruppen, und diese in tertiäre, welche eben so vielen Familien entsprechen würden, unterabgetheilt werden können. Wir werden sie nicht bis zu diesem Eintheilungsgrade verfolgen, und dies um so mehr, als hier die Einfachheit der Organisation, um die zarten Kennzeichen woraus der Unterschied dieser Familien entspringt, begreiflich zu machen, eine Menge von Einzelnheiten erheischen würde, welche den Rahmen dieses Werkes überschreiten. Wir begnügen uns mit einigen Aufschlüssen über die wichtigsten aus diesen Klassen und ihren hauptsächlichsten Eintheilungen.

§. 732. **Algen** (Altermoose, Algæ). Die Algen haben immer, um zu wachsen, eines wässerigen Mittels nöthig; man trifft zwar wohl einige an der Oberfläche der Erde, aber nur dann, wenn diese außerordentlich feucht ist; fast alle leben unter dem Wasser. Unter dem Namen Conferven kennt man diejenigen, welche die süßen Wasser bewohnen; unter dem Namen Fucus oder Varech diejenigen, welche die Salzwasser bewohnen und in Menge an dem Ufer des Meeres vorkommen. Dieser Klassifizirung aber, welche lange Zeit befolgt worden war, müssen wir diejenige vorziehen, welche sich auf das Studium ihres Baues und ihrer Befruchtung gründet, so wie sie Decaisne angegeben hat.

Einige, wie wir bereits gesagt haben, zeigen den einfachsten Grad von Organisation, den man sich nur denken kann, weil sie aus einem einfachen Bläschen bestehen; bei andern vereinigen sich mehrere Bläschen mit ihren Enden aneinander, um Fasern zu bilden, welche bald vereinzelt, bald einander näher gebracht oder gleichsam zusammengeballt sind, und die dies bisweilen mit einer gewissen Regelmäßigkeit, so daß sie aus einem gemeinschaftlichen Mittelpunkte auszustrahlen scheinen. Wir haben (§. 318) gesehen, daß diese Fasern gewöhnlich mit einem schleimigen Ueberzuge bedeckt sind, und dieser bildet oft eine gemeinschaftliche Hülle für das ganze System der zusammengeballten Fasern, so daß ihre Zusammenklümperung eine Art von Individuum zu bilden scheint. Diese abgesonderten, oder an ihren Enden verwachsenen Zellen sind mit einer grünen Materie angefüllt, wovon jedes Korn in den freien Bläschen ein reproducirender Körper werden kann. In gewissen Zellen der zusammengesetzten Fasern sondert sich die grüne Masse zu einer gewissen Zeit in mehrere (gewöhnlich vier) ab, und jede von diesen kleinen secundären Massen stellt eine Spore vor. Dies sind die Sporen dieser so einfachen Pflanzen, welche, wenn sie aus der Zelle herauskommen, die sie erzeugte, einige Zeit lang Bewegungen haben, die denen der Thiere ähnlich sind (§. 606, Fig. 496—499). Man kann daher diese Algen thiersporig nennen.

Familien. Tab. I.

Akotyledonen.

Bau	Ganz zellig	Keine Achse	Weder Blatt oder blattartigen Wedel	Wasserpflanzen	Algen.
				Landpflanzen ein Lager	Pilze.
				ein Lager mit Büchsen	Flechten.
		Eine Achse	Blätter oder blattartiger Wedel		
			Blätter oder blattartiger Wedel	Kapsel ohne Deckelchen. Scheidewand.	Lebermoose.
				Kein Säulchen	
				Gedeckelte Kapsel. Säulchen. Keine Scheidewand	Moose.
			Weder Blätter noch Wedel		Characeen.
	gefäßzellig.	Reproduktionsorgane unter Schuppen, welche gipsfestähnliche Zasfen bilden.			Equisetaceen.
		Keine Blätter	Scheiden um die Stämmchen		Lykopodiaceen.
		eingein an der Grundfläche der Blätter			Farnkräuter.
		gruppenweise an der Oberfläche der Blätter			
		in Fruchtbögen, welche die Gestalt von Früchten haben			Rhizokarpeen.
		und nahe an dem Ursprunge der Blätter liegen.			

In andern, bei weitem nicht so zahlreichen und gleichfalls aus Fasern bestehenden Zellen, die Ende an Ende verwachsen und mit einer grünen Masse angefüllt sind, verlängern sich zu einer gewissen Zeit diese Zellen an ihrer Seite in eine Art von Tasche. Die Taschen, welche zu zwei verschiedenen Fasern gehören, verwachsen an ihrem Ende, durchbrechen sich so, daß sie von einer Zelle zur andern eine Verbindung herstellen, und alsdann geht die grüne Masse der einen in die andere über, vermischt sich mit der schon in derselben enthaltenen, und bildet so vermischt den Körper, welcher die Rolle einer Spore spielt. Wir haben also hier einen höheren Grad von Verbindung, weil zwei abgesonderte Fasern zu der Bildung einer Spore beitragen, und wir können diese Algen unter dem Namen der verwachsen sporigen abfondern.

Wir finden sodann andere von einem verwickelteren Gewebe: die einen bestehen zwar noch aus einfachen Fasern, aber in den andern vereinigen sich diese Zellen und Fasern unter einander, um zusammengesetztere Körper zu bilden, welche sich nach Art der Stämme verlängern oder sich zu Platten verflachen; und diese abgerundeten oder ebenen Ausweitungen, die man den Wedel (frons, Fig. 502, f) nennt, können sich mehrere Male oft durch Dichotomie verästen. Unter ihren Zellen gibt es einige, welche einen Vorsprung nach außen bilden, und oft auf einer Art von Blütenstielchen stehen und in diesem organisirt sich die enthaltene Materie zu einer Spore, für

502. Abbildung einer Alge mit einfachen Sporen, der Fucus serratus. Die ganze Pflanze (weit kleiner als in der Natur): — *f* ihr Wedel; — *c c* Behälter, mit welchem die Oberfläche der Extremitäten überfäet ist.

503. Ein Ende von dem Wedel mit Behältern.

504. Vertikalschnitt eines Behälters *c*, dessen innere Oberfläche mit Sporen übergogen ist; — *t* Theil des oberflächlichen Gewebes, in welches der Behälter vertieft ist; — *o* Oeffnung oder Mündung, durch welche es mit außen in Verbindung steht.

505 Sporen, wovon eine, *sp*, noch mit ihrem Sporenbehälter umhüllt ist; die andere, wo der Sporenbehälter *p* sich der enthaltenen Spore *s*, die man daneben abgesondert sieht, entleert hat; — *f* unfruchtbare Staubfäden.

welche die Zellenhaut eine Hülle (Sporenbehälter) bildet, die sich aber überdies noch mit einer eigenen Haut (Sporenhülle) überzieht, welche innig mit ihrer Substanz verwachsen ist, und sie zu überziehen fortfährt, nachdem sie ihrer äußeren Haut entschlüpft. Man kann diese Algen einfachsporige nennen. Nicht immer zeigen sich an der Oberfläche des Wedels selbst die Sporen, sondern sie verbergen sich oft in die Behälter, oder in die auf dieser Oberfläche zerstreute Höhlungen (Fig. 503), welche sie vermittelst eines kleinen Kanals oder Mündung (Ostiolum) fortsetzen (Fig. 504), durch welche sie sich nach außen öffnen.

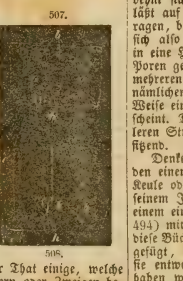
Dieser Name steht dem der abgesondertsporigen gegenüber, durch welche man die folgende Eintheilung, nämlich diejenige bezeichnet, welche die der Organisation nach höheren Algen begreift. Bei diesen sind die Reproduktionsorgane von zweierlei Art: die einen bestehen in einem nach außen vorspringenden Körper, welcher der Spore der vorhergehenden sehr ähnlich ist, außer daß er eine festige Masse bildet, und nicht in einem Sporenbehälter enthalten ist, aus dem er nur zu keimen hervorkommt; die andern bilden sich in tieferen Zellen, auf Kosten einer anfangs einfachen Masse, die sich aber später in vier Sporen zertheilt. Diese, deren Dasein bei den getrennt-sporigen gewöhnlich ist, verdienen eigentlich diesen Namen nicht, und obgleich die ersten gleichfalls zu keimen im Stande sind, so sind sie doch mehr den Knospenzwiebeln ähnlich. Die ganze Pflanze zeigt die Gestalt von Zweigen oder Platten, und hat immer eine rothe, bisweilen sehr glänzende Farbe; eine Farbe, welche in die grüne übergeht, wenn sie der Luft ausgesetzt ist. Die einfachsporigen hingegen sind unter dem Wasser grün und entfärben sich, indem sie weiß werden, wenn sie außerhalb demselben sind.

Die einfachsten Algen schwimmen, ohne mit dem Boden in Verbindung zu stehen, und die zusammengesetztesten können auch in diesem Falle leben, obgleich sie sich gewöhnlicher auf dem Grunde und an den Felsen durch Verlängerungen befestigen, welche Wurzeln gleichen; dies sind aber eigentliche Haken und keine Einsaugungsorgane. Denn alle diese Pflanzen saugen mit ihrer ganzen Oberfläche das Wasser ein, das ihnen ihre Nahrung zuführt, und zeigen oft in ihrer Zusammensetzung die unorganischen Stoffe, welche in diesem Wasser enthalten sind. So finden sich das Natron und das Jod in großer Menge in den Seepflanzen, die man ausbeutet, um diese Substanzen aus ihnen zu gewinnen. Ihre Ausscheidung ist ein Schleim, welcher bei einer gewissen Anzahl von Arten hinlänglich organisirt ist, um dem Menschen zur Nahrung zu dienen. Die Nester gewisser Schwalben, welche in China als ein köstliches Gericht beliebt sind, verdanken diesen Werth den Fucus, aus welchen der Vogel sie erbaut.

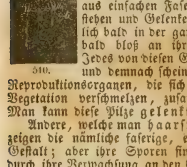
§. 733. **Pilze** (Fungi). — Während die Algen in dem Wasser leben, leben die Pilze in der Erde oder auf ihrer Oberfläche, und können vorzüglich auf thierischen und vegetabilischen Stoffen in ihrer Zer-

setzung in Menge vor. Obgleich sich bei den einen die Organisation auf einen Grad der Zusammensetzung erhebt, der augenscheinlich höher ist als der bei den Algen, so steigt sie bei den andern auf einen gleichen, ja man kann sagen, auf den letzten Grad von Einfachheit herab, wie dies die folgende Klassifizirung zeigen wird, welche wir dem Doktor Leveille verdanken, dessen Arbeiten so viel Licht über die Kenntniß dieser Pflanzen verbreitet haben.

506



509.



510.

Es gibt in der That einige, welche aus einfachen Fasern oder Zweigen bestehen und Gelenke haben, die sich endlich bald in der ganzen Länge der Faser, bald bloß an ihrem Ende absondern. Jedes von diesen Gelenken ist eine Spore und demnach scheint die Pflanze nur aus Reproduktionssorganen, die sich also mit denen der Vegetation verschmelzen, zusammengesetzt zu sein. Man kann diese Pilze gelenksporige nennen.

Andere, welche man haarsporige nennen kann, zeigen die nämliche faserige, einfache und verästete Gestalt; aber ihre Sporen sind, anstatt die Faser durch ihre Verwachsung an den Enden zu bilden, von denselben sehr getrennt und fügen sich entweder an ihrem Ende oder weiter unten, bisweilen vereinzelt, gewöhnlich aber mehrere mit einander ein; sie stehen in einem gipfelständigen Büschel und in regelmäßig von einander abgesonderten Quirlen oder sind endlich über die ganze Oberfläche von unten bis nach oben zerstreut.

In andern Fällen befinden sich die Sporen nicht mehr so auswärts, sondern sind in häutigen Bläschen enthalten, welche an haarförmigen, einfachen oder ästigen, steigen und durch Scheidewände getrennten Fäden gipfelständig sind. Diese Bläschen sind also wahre Sporangien (§. 601), welche schon einen höheren Grad der Zusammensetzungen zeigen; zu einer gewissen Zeit öffnen sie sich, um die in ihnen enthaltenen Sporen herauszulassen. Dies kann man leicht an den gewöhnlichen Schimmeln beobachten. Wir wollen diese Pilze blasensporig nennen.

Wir finden ferner einfache oder ästige Fasern; jede Faser oder jeder Ast endigt sich in eine einzelne eiförmige oder runde, einfache oder durch Scheidewände geschlossene Spore. Aber alle diese Fasern sind an einem gemeinschaftlichen Körper oder Boden befestigt, dem man den besondern Namen Pilzboden (Stroma) gegeben hat, und daher der Name bodensporig, durch welchen man diese Pilze bezeichnen kann. Dieser Boden ist bald fleischig und dehnt sich in eine ebene und hohle Fläche aus, und läßt auf diese Weise die Sporen nach außen hervorragen, bald ist er lederartig oder häutig; er krümmt sich also und schließt sich über ihnen so, daß er sie in eine Höhlung einschließt, welche oben durch einen Poren geöffnet ist. Bisweilen laufen die Poren von mehreren in einen Kreis gruppirten Böden in dem nämlichen Mittelpunkte zusammen, welcher auf diese Weise eine für alle gemeinschaftliche Oeffnung zu sein scheint. Der Boden steht bisweilen auf einem schmäleren Strunke als er selbst ist; gewöhnlich ist er aber sitzend.

Denken wir uns anstatt der sporentragenden Fäden einen Sack, sei er nun kugelförmig oder zu einer Keule oder zu einem Cylinder verlängert, welcher in seinem Innern 4—8 freie Sporen enthält, oder mit einem einzigen Worte, das, was wir (§. 604, Fig. 494) mit dem Namen Büchse bezeichnet haben, und diese Büchsen auf einem gemeinschaftlichen Boden eingefügt, welcher, wie in dem vorhergehenden Falle, sie entweder trägt oder sie vollständig einhüllt, so haben wir die büchsensporige Pilze; hier führt der Boden, der gewöhnlich viel entwickelter ist, nicht mehr den Namen Pilzboden. In seinen Verhältnissen mit den Büchsen zeigt er jene Reihe von Modifikationen, welche wir anderswo (§. 209), bei dem Blütenstande der Phanärogamen zwischen den Blüten und der sie tragenden Achse angegeben haben. Auf diese Weise kann der Boden der büchsensporigen Pilze auf seiner ganzen äußern Oberfläche Büchsen tragen, wie in dem Geoglossum oder bloß an seiner gewöhnlich gewölbten Spitze, wie in der Morilla; oder auch auf der obern Fläche eben dieser obern napfförmig erweiterten Spitze, wie bei den Pezizа, oder dieser Napf schließt sich über den Büchsen, welche alsdann in einer innern Höhlung liegen, welche die Sporen entweder zu einer gewissen Zeit aus ihrem oberen Gipfel herauslassen, oder wie bei der Trüffel verschlossen bleiben, und ihnen nur dadurch einen Ausweg geben kann, daß sie sich durch Zersetzung trennen. Die Büchsen sind oft mit gestrickten und leeren Zellen oder Fadenzellen vermengt.

Endlich kommen wir zu den vollkommensten Pilzen, und unter ihnen zu denen, deren Formen uns am meisten bekannt sind, welche man gewöhnlich unter diesem Namen kennt. Inzwischen finden wir auch hier einige, welche den vorhergehenden ähnlich sind, nämlich die mit Keulen, mit einer kugelförmigen Masse, mit Näpfen; eine der gemeinsten und merkwürdigsten (Fig. 506) ist die eines Hutes c, der auf einem mehr oder minder schmalen, mehr oder minder verlängerten Strunte p steht. Was aber alle diese Pilze vorzüglich auszeichnet, das ist die Gestalt ihrer Reproduktionswerkzeuge. Es sind kleine, rundliche Körper, die sich in zwei, oder gewöhnlicher in vier Spitzen, endigen, wovon jede eine Spore an ihrem Endpunkte trägt. Man hat diese Körper Basidien (Basidium, Fig. 508), und die Pilze, welche damit versehen sind, basidiensporig genannt; sehr oft, aber nicht beständig, sind mit diesen Basidien in geringerer Zahl andere blasenartige, gewöhnlich umfangreichere, durchsichtige Körper vermengt, die, wie es scheint, mit einer Flüssigkeit angefüllt sind, und welche keine

506. Ein Pilzbüschel vom **Agaricus campestris**, in verschiedenen Graden entwickelt: — *p* Strunk; — *c* Hut; — *v* Schleier, der anfänglich den Strunk mit dem Hute vereint und später bei seinem Zerreißen den Ring *a* bildet; — *b* strahlende Platten unter der untern Fläche des Hutes, die mit der Sporenschichte überzogen sind.

507. Sporenschichte, oberhalb gesehen, auf welcher die Sporen zu vieren vereint sich sehen lassen.

508. Ein kleines, sehr vergrößertes und von der Seite gesehenes Stück der Sporenschichte: — *a* sein Gewebe; — *b* Basidien mit ihren Sporen; man hat oberhalb der Seite eine besonders abgebildet, welche eine größere Menge derselben trägt; — *c* Cystiden.

509. Kleines Stück von dem gitterförmigen Hute des **Clathrus cancellatus** mit der Sporenschichte, welche seine innere Fläche bedeckt und auf dem Umrisse der Gruben *l* des Gitterwerks wahrgenommen wird.

510. Weit mehr vergrößerte Sporenschichte, um die besondere Form der Basidien *b* zu zeigen; — *s* Sporen.

Spitzen noch Sporen haben; man bezeichnet sie mit dem Namen: Cystiden (Fig. 508, c). Einige Schriftsteller meinen, daß sie zu der Befruchtung der Sporen bestimmt seien, und in Beziehung auf dieselbe die Rolle der Staubgefäße spielen; in diesem Falle müßte man sie jedoch in allen Basidien antreffen, was aber nicht der Fall ist; sie sind wahrscheinlich das Aehnliche von den Fadenzellen. Diese sporigen Basiden und Cystiden liegen wie die Büchsen in dem vorhergehenden Falle äußerlich oder innerlich. Innerlich zeigen sie sich, wie in den Sclerodermen mit den Zellen vermengt, mit deren Wänden sie verwachsen sind, oder überziehen die Oberfläche beträchtlicherer Gruben, wie in den Lycoperdon; äußerlich sind sie bisweilen mit einer schleimigen Schichte überzogen, wie in den Phallus, gewöhnlicher aber sind sie äußerlich frei über die ganze Oberfläche des zu einer Masse gestreckten oder baumförmig verästeten Bodens, wie in den Clavarien, oder bloß auf seiner untern Fläche verbreitet. Alsdann zeigt der Boden gewöhnlich die Gestalt eines Sonnenschirms oder Hutes, unter welchem sich strahlende Platten befinden, wie in den Blätterschwämmen; oder Adern, wie in den Pfefferschwämmen; oder Röhren, wie in den Löcherschwämmen; oder Spitzen, wie in den Hydnum, oder endlich eine platte oder mit kurzen Papillen besetzte Fläche, wie in den Telephoren. Diese Oberfläche oder die der Spitzen, Adern, Platten im Inneren der Röhren ist mit den Basidien bedeckt.

Verschiedene Ausdrücke außer denen, die wir bereits angeführt haben, sind angenommen worden, um alle diese verschiedenen Theile zu bezeichnen, und auf diese Weise ist die Beschreibung der Pilze abzukürzen. Auf diese Weise ist die Schichte, welche von den reproduzirenden Körpern Basiden oder Büchsen gebildet wird, die Sporenschichte. Man sieht, daß die einfachsten Pilze, wie wir sie beschrieben haben, beinahe auf diese Sporenschichte, oder sogar auf ein Fragment derselben reduzirt sind; daß bei denen, welche es weniger sind, eine Schichte von einem andern Gewebe, das zu dem Vegetationssysteme gehört, hinzukommt, und den Fruchtboden bildet, weil dieser Boden sich immer mehr vergrößert und endlich verschiedene Theile vorstellen kann. Ist er ganz geschlossen, so ist es ein Umschlag. Aber selbst bei den sonnenschirmförmigen Pilzen macht der Hut in der ersten Jugend einige Zeitlang mit Hülfe einer Haut (Schleier, Velum, Fig. 507, v), welche von seinem Rande bis zu dem Strunke geht, und später um den Strunk herum eine Art Hülle, oder bloß ringförmige Narbe a (Ring, Annulus), bildet, eine verschlossene Höhlung, bisweilen hüllt überdies noch in der ersten Jugend ein zellenförmiger Sack, Wulst (Volva), den Pilz von seiner Grundfläche an ganz ein, um welche herum er sich einsilzt, sodann unregelmäßig zerreißt, um diese sich entwickeln zu lassen, z. B. in dem schönen Blätterschwamme.

Was wir nun beschrieben haben, begründet übrigens nicht den ganzen Pilz, es ist gewissermaßen nur sein Blütenstand; bevor sich dieser Theil nicht entwickelt, sieht man Fasern, welche von einem Mittelpunkte strahlend ausgehen, wahrscheinlich von der keimenden Spore und die nach allen Richtungen gekreuzt sind; sie klümpern sich endlich zusammen und verdichten sich an gewissen Punkten, wo sich die Apparate bilden, welche wir kennen gelernt haben. Man nennt Schwammgewebe (Mycelium) dieses farrige Netz, das gewöhnlich unter der Erde verborgen ist und unserer Beobachtung sowohl durch seine Lage als auch durch seine zerbrechliche Zusammenfügung entgeht. Nicht selten kann man sie auf feuchten und dunkeln Oberflächen wahrnehmen, z. B. auf den Brettern in unseren Kellern. Dieses Schwammgewebe ist eine Art eines unterirdischen Baumes, der nur seine mit den Reproduktionsorganen versehenen Endpunkte an die Tageshelle bringt, so daß gewöhnlich alle Pilze, die wir in der Nähe von einander wachsen sehen, wirklich einem einzigen Individuum angehören; daher rührt auch die kreisförmige Stellung, welche sie oft annehmen, indem sich das Schwammgewebe regelmäßig in einer gleichartigen Mitte entwickelt und alle seine Strahlen in der nämlichen Weite aussendet.

Das Gewebe der Pilze ist eine Art von Zellenfilz, wovon die einen abgerundet, die anderen gestreckt und mit ihren Enden zu Röhren verwachsen sind. Die Sporenschichte wird oft von den Endpunkten dieser Röhren gebildet, wovon einige sich in Büchsen Basiden oder Cystiden endigen, so daß diese einzelnen Fasern wirklich einfachere cystosporige oder baarsporige Pilze vorstellen.

Die Haut dieser Zellen ist von der nämlichen Natur wie die aller andern vegetabilischen Wände: es ist Zellenstoff. Man glaubte ehemals, daß das Gewebe der Pilze von einer ganz verschiedenen sehr stickstoffhaltigen Substanz gebildet werde, welche man Fungin nannte. Diese Zusammensetzung ist aber der Wand fremd und rührt unfehlbar von den Stoffen her, welche in ihr sind und sie durchdringen. Sie stehen weit höher als die Algen und dies durch die Produkte, welche sie absondern, und unter welchen man Eiweiß, Zucker, eine fette Materie und verschiedene Säuren bemerkt, ohne mehrere zu zählen, welche ihnen eigenthümlich sind und denen sie ohne Zweifel ihre so bekannten Eigenschaften verdanken. Aus ihrer Zusammensetzung geht hervor, daß sie außerordentlich schnell wachsen und nach einem außerordentlich vergänglichen Dasein sich mit Erscheinungen (§. 648) und Produkten zersetzen, welche denenigen ähnlich sind, die man an den thierischen Stoffen bevbachtet.

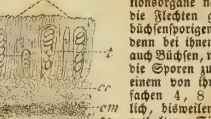
Sie entfalten sehr mannigfaltige und bisweilen sehr glänzende Farben aber niemals die grüne, daher sieht man auch, wie sie eben so gut in dem Dunkeln als am Lichte leben und sich färben, und auf die atmosphärische Luft nach Art der andern Theile wirken, die anders als grün gefärbt sind. Sie verderben sehr schnell die Luft, indem sie ihren Sauerstoff einsaugen, um eine gleiche Menge Kohlensäure zu bilden und auszuhauchen. Es ist zu bemerken, daß sie in dem reinen Sauerstoffe denselben einsaugen, einen Theil davon mit ihrem Kohlenstoffe verbinden, und indem sie ihn in Gestalt der Kohlensäure abgeben, einen andern davon behalten, welcher in ihrem Gewebe eine ziemlich große Menge Stickstoff zu ersetzen scheint, das sie alsdann aushauchen. In einer Atmosphäre von Stickstoff modifiziren sie dieses Gas kaum. Von der Erde entlehnen sie also diesen Stoff, der bei ihnen so reichlich vorkommt, wie man dies auch erwarten mußte, indem man sie fast immer auf organischen Stoffen leben sieht, welche in ihrer Zersetzung begriffen sind.

Jedermann weiß, daß die Pilze neben beliebten Speisen außerordentlich gefährliche Gifte enthalten; leider gibt es keine Merkmale, an welchen man die giftigen von den unschädlichen unterscheiden kann, und man muß bei ihrem Gebrauche um so mehr Vorsicht anwenden, als der Versuch mit den andern nicht immer entscheidend ist. Es scheint auch wirklich, daß die Art und Weise, sie zuzubereiten, an den Wirkungen, welche sie hervorbringen können, einen großen Antheil hat. Man zerstört die schädlichen Eigenschaften gewisser Arten dadurch, daß man sie kochen läßt, oder einsalzt, oder mit Essig übergießt, was beweisen würde, daß man im Falle einer Vergiftung sich vor Salz oder Essig hüten müsse, welchen den giftigen Grundstoff auflösen und ihn weit schneller in dem ganzen Körper verbreiten würde.

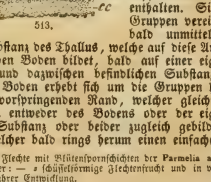
§. 734. **Flechten.** — Die Flechten bilden jene Ausdehnungen, welche gewöhnlich trocken sind und

welche wir sich über die Steine, den Boden, die Rinde der Bäume, die sie mit jenen mannigfaltigen, ihnen eigenthümlichen Färbungen überziehen, sich verbreiten sehen. Die Ausdehnung, welche man das Lager (Thallus) der Flechte nennt, hat bisweilen die Consistenz eines feinen Staubes, und alsdann ist sie schlecht umgränzt und ohne bestimmte Form. In andern Fällen bildet sie eine Art Kruste, von schon etwas regelmäßigerer Gestalt und von einer Consistenz, welche dem Boden gewisser Pilze ziemlich ähnlich ist. Endlich kann sie sich in Platten ausdehnen, deren Umriß deutlich, oft durch Lappen begränzt ist, die sich bei ihrer Entwicklung durch eine Art von Dichotomie theilen, oder sie kann sich auch in einfache oder ästige Zweige verlängern. Man erkennt in dem Gewebe zwei Arten von Zellen: die einen sind kurz mit dicken und gewöhnlich innig unter sich verwachsenen Wänden; die andern sind zu locker gefügten Fasern verlängert. Die ersten allein bemerkt man an den Flechten von staubartiger oder krustenartiger Consistenz; bei den andern bilden sie nur die centrale oder Markschichte (Fig. 513 cm), über welche sich von beiden Seiten eine Seitenschichte (sc) hinzieht, welche von den fadenförmigen Zellen gebildet ist. Einige, welche von der inneren Fläche in Gestalt kleiner Fasern herabkommen, dienen dazu, die Flechten an dem Körper

511.



512.



513.

zu befestigen, auf welchem er sich befindet, und stellen Arten von Wurzeln vor, aber ohne die Verrichtungen derselben zu erfüllen.

Durch die Reproduktionsorgane nähern sich die Flechten ganz den büchsensporigen Pilzen, denn bei ihnen sind es auch Büchsen, welche die die Sporen zu 2, oder einem von ihren vielfachen 4, 8 gewöhnlich, bisweilen 12—16 enthalten. Sie sind in Gruppen vereinigt, die bald unmittelbar auf der Substanz des Thallus, welche auf diese Art stellenweise den Boden bildet, bald auf einer eigenthümlichen und dazwischen befindlichen Substanz liegen. Dieser Boden erhebt sich um die Gruppen herum in einen vorspringenden Rand, welcher gleichfalls auf Kosten, entweder des Bodens oder der eigenthümlichen Substanz oder beider zugleich gebildet wird, und welcher bald rings herum einen einfachen Rand bildet, bald über die Büchsen hinaus ragt, sich über denselben so schließt, daß er sie in eine Höhlung einschließt, und sodann den Namen Kernhülle (pericheicium) annimmt, oft hüllt er sie nur in dem ersten Alter vollständig ein, sodann öffnet er sich ein wenig und entfaltet sich. Mit den Büchsen vermischen sich unfruchtbare Fasern oder Fadenzellen, welche da sie länger und an ihrer Spitze verwachsen sind, das ganze System in eine Art einziger Masse verknüpfen. Diese Masse mit ihrem Boden stellt augenscheinlich die der Pilze mit ihrer Sporenschichte vor, und nimmt hier den Namen Flechtenfrucht an, da der übrige Theil des Lagers demnach nur noch dem Schwammgewebe entsprechen kann, so bildet er auf diese Weise zwischen diesen beiden Klassen einen wesentlichen Unterschied.

Man kann die Flechten, wo der Boden von dem Lager selbst geliefert wird, in staubige, in krustige, d. h. diejenige, wo er durch eine eigenthümliche Substanz gebildet wird, ferner in solche eintheilen, welche mit einer Kernhülle versehen sind, und in solche, wo er offen ist. Die Flechtenfrucht ist auch nach den verschiedenen Gestalten, die sie annimmt, mit andern Namen bezeichnet worden. Z. B. mit dem Namen einer Scheibe, eines Tellers, eines Höckerchens, eines Kügelchens, die sich von selbst verbreiten, oder auch mit dem eines Strichleins, wenn sie sich linealisch und vielbeugig in eine Längenspalte öffnet.

Die Flechten unterscheiden sich von den Pilzen auch noch dadurch, daß sie eine lange Zeit hindurch bleiben, und indem sie sich auf unorganische, lebendige und todte, aber nie auf faulende Körper anlegt, Luft und Licht zu suchen scheinen.

Sie zeigen indessen selten die grüne Farbe, obgleich alle dieselbe ohne Unterschied annehmen, wenn sie benetzt oder feucht sind, und alsdann wird ihr trockenes, zerbrechliches oder lederartiges Gewebe weich, biegsam und leicht zerreißbar.

Das Gewebe mehrerer Flechten wird auf eine nützliche Weise zur Nahrung der Menschen in gewissen Fällen und der Thiere in gewissen Ländern angewandt; so ernährt die Cenomyce rangiferina die Rennthiere den Winter hindurch in Lappland, die Cetraria islandica (isländisches Moos), die Sticta pulmonacea und andere liefern eine gesunde und nahrhafte Gallerte, deren Gebrauch für gewisse Gesundheitszustände sehr vortheilhaft ist. Der Zellstoff, welcher die Wände der Markschichte bildet, und welcher, wie man weiß (§. 599), mit dem Stärkemehl isomerisch ist, nähert sich so viel als möglich seinen Eigenschaften in diesen Pflanzen, wo er sogar durch das Jod blau wird. Er kann durch eine gewisse Menge Wasser zur Gallerte verdünnt, und durch die Mischung eines nur schwachbittern, in den Zellen enthaltenen Grundstoffes erhöht, in den Flechten eine angenehme und etwas stärkende Nahrung geben. Verschiedene Arten sind durch den Ueberfluß an einem färbenden Stoffe merkwürdig, der aber erst durch die Zubereitung wahrnehmbar wird. Von Natur aus ist ihr Gewebe wirklich gräulich; nachdem man sie aber mit einem Alkali (der Pottasche oder dem Urin, welcher so reich an Ammoniack ist) hat gähren lassen, so erhält man eine rothe, sodann, wenn man mit Pottasche zusetzt, eine blaue Farbe. Der Ampfer und besonders die Färberflechte werden zu diesen Extrakten angewandt; mehrere andere Flechten würden den nämlichen Stoff, aber in geringerer Menge liefern.

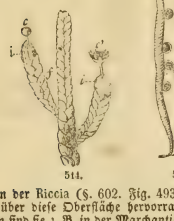
§. 735. **Lebermoose** (Hepaticæ). — Die Lebermoose bilden mit den Moosen eine natürliche Klasse, welche von allen vorhergehenden durch die Natur der Gewebe, bei denen wir im Innern der Zellen das Chlorophyll erschinen sehen, ganz verschieden ist, auch ist die Oberfläche mit Oeffnungen oder Spaltöffnungen überzogen, welche geeignet sind, sie mit der atmosphä-

511. Flechte mit Blütensporenschichten der **Parmelia acetabulum**: — *t* Lager; — *s* schüsselförmige Flechtenfrucht und in verschiedenen Graden ihrer Entwicklung.

512. Senkrecht geschnittene und hinlänglich vergrößerte Flechtenfrucht um die Schichte *sp* zu sehen, die durch das Verwachsen der Büchsen und der Fadenzellen entstanden ist.

513. Ein kleines Stück von der Flechtenfrucht noch mehr vergrößert: — *cm* Markschichte; — *cc* Rindenschichte; — *tt* Büchsen in verschiedenen Entwicklungsgraden; — *p* Fadenzellen.

rischen Luft in Verbindung zu bringen. Durch diesen ganz verschiedenen Bau unterscheidet sich der Wedel der Lebermoose von dem der Flechten. Bald trägt dieser Wedel die Reproduktionsorgane entweder in seine Dicke nahe an seiner Oberfläche vertieft, wie



514. 515.

wir in der Riccia (§. 602. Fig. 493) gesehen haben, oder über diese Oberfläche hervorragend; in andern Fällen sind sie z. B. in der Marchantia auf einem Blütenstielchen erhöht, das die erste Skizze von einer Achse vorstellt, aber noch keine Blätter trägt. Endlich bemerkt man an einem großen Theile der Jungermannien eine Achse mit kleinen Blättern von einem ganz zeitigen Gewebe, aber in der Mitte von jedem derselben fängt eine Reihe anderer gestreckter Zellen an, den Einwurf zu einem Mittelnerven zu machen.

Die Reproduktionswerkzeuge sind oft von zweierlei Art: Antheridien, welche wir (§. 170) kennen gelernt haben, und Sporangien, von denen wir (§. 601, 602. Fig. 491, 493) einen Begriff gegeben haben. Es kann sogar noch eine dritte Art hinzukommen, dies sind kleine grüne zellenförmige Körper, die durch eine Verengung an die Oberfläche des Wedels befestigt sind, der sich um ihre Gruppen zu einer Art von Hülle erhebt; sie können mit Bulbillen verglichen werden.

In dem Innern der Säcke oder Sporangien, welche die Sporen enthalten, findet man Zellen von zwei Arten: die einen, welche kürzer sind und in welchen sich die Sporen ganz nach Art der Pollenkörner bilden (§. 602), und welche nach und nach durch Einsaugen verschwinden, so daß sie diese Sporen in dem Inneren der Höhlung, wenn sie zur Reife gelangt sind, frei lassen; die anderen (e), welche weit länger und spindelförmig verdünnt sind, wo sich nur einige grüne, weit kleinere Kernchen zeigen, und deren anfangs fleischige Wand sich endlich in einen doppelten spiralförmigen Riemen theilt, welcher dem Faden der Luftgefäße ähnlich ist. In diesem Zustande nehmen sie den Namen Schleuder an, und durch die Bewegungen, welche diesem sehr hygrometrischen Faden die Veränderungen in der Atmosphäre geben, dienen sie zu Zerstreuung der um sie herumliegenden Sporen. Bald vermehrt die Sporangie, bald trennt sie sich durch ein wahres Aufspringen in mehrere Klappen (Fig. 514 c, 1). Dies findet bei den Jungermannien Statt, wo diese Sporangie, die sich anfänglich in einem andern Sacke entwickelte, denselben zerreißt und sich auf einem mehr oder weniger verlängerten Blütenstielchen erhebt.

§. 736. **Moose** (Musci). — Jedermann kennt diese zierlichen kleinen Gewächse, welche auf der Oberfläche der Erde, der Felsen, der Rinden, die sie mit einem grünen Teppich überziehen, in so großer Menge vorkommen, und die bisweilen auch unter dem Wasser wachsen. Wenn man sie in der Nähe untersucht, so sieht man, wie sie aus schwachen, einfachen oder ästigen Stämmchen bestehen, die mit dünnen Blättern bedeckt sind, deren Gewebe gerade so ist, wie wir es so eben bei den Lebermoosen beschrieben haben. Ihre Reproduktionsorgane sind gleichfalls von zweierlei Art: 1) Antheridien (§. 470. Fig. 352), welche in der Mitte von gipfelständigen Blattrosetten gruppirt sind oder in ihrer Achsel liegen, und gewöhnlich mit unfruchtbaren Fäden

516. 517.

oder Fadenzellen untermengt sind; 2) Sporangien von einer besondern Gestalt. Diese sind in dem ersten frei oder mehrere mit einander verwachsen, bald von den Antheridien auf verschiedenen Stränken oder an einer andern Stelle desselben Stranes entfernt, bald von diesen Körpern, welche eben so viele flaschenförmige und stehende Säcke vorstellen, umgeben. Aus mehreren so gruppirten Sporangien entwickelt sich gewöhnlich eine einzige, während die andern verwelken. Nun verlängert sich diese und zerreißt bei ihrer Verlängerung den äußeren Sack, der sie einhüllt und nimmt ihn auf ihrem Gipfel wie eine Nachtmütze mit fort, woher der Name Haube (calyptra.

518.

Fig. 516 c, 517 c) kommt. Man unterscheidet alsdann in dem inneren entwickelten Theile zwei Stücke: ein unteres und schwaches Blütenstielchen, das

514. Ein Fragment von der **Jungermannia tamarisci**: — *f* Zweige, die mit ziegeldachförmigen, zweizeiligen Blättern bedeckt sind, von den beiden seitenständigen trägt jeder eine Kapsel, die auf einem Faden steht, den an seiner Grundfläche eine Hülle umgibt, welche von der häutigen Hülle des Stengels oder der Sporangie gebildet ist; — *e* verschlossene Kapsel; — *c* offene Kapsel.

515. Ein Punkt *r* von dem Fruchtboden, der einige Schleudern *e* trägt, wovon eine schon in einen doppelten Spiralfaden entwickelt ist. Man sieht in der Nähe freie Sporen *s*.

516 Ein etwas vergrößertes Moos (**Funaria hygrometrica**): — *f* Blätter; — *u* Urne, die auf einem langen Faden oder Blütenstielchen *p* steht; — *e* Deckelchen; — *c* Haube, die an der einen der beiden Urnen bleibt und von der andern schon abgefallen ist.

517. Urne der **Eucalypta vulgaris**: *u* Urne; — *o* Deckchen; — *s* Gipfel des Blütenstielchens 1. Vor dem Aufspringen und noch von der Haube *c* umgeben, durch welche man sie sieht. 2. Nach dem Aufspringen, wenn das losgewachte Deckelchen die mit 16 Wimpern oder Zähnen besetzte Mündung *p* (Peristom) zeigt.

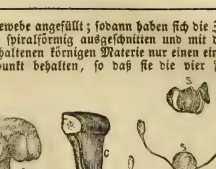
518. Die noch sehr junge, der Länge nach geschnittene Urne vom **Splachnum**: — *a* Ansatz; — *c* Säulchen; — *s* Höhlung oder Aach, das um das Säulchen herumgeht und mit den Sporen angefüllt ist. Die Decke der Urne ist von außen nach innen von mehreren verschiedenen Zellenschichten gebildet; die erste *e* bildet die Epidermis und verdicht sich an der Spitze, um das Deckelchen *o* zu bilden; zwei darwischen liegende, die sich später an ihrer Spitze auszacken, um die Zähne des Peristoms zu bilden; eine innere *s*, welche die Wand des Fachs oder sporenhaltigen Sackes bildet.

auch bisweilen Borste (seta, Fig. 516 p) genannt wird; eine obere kugel- oder ei-, oft auch urnenförmige Wölbung, Kapsel, Büchse oder Urne (theca, Fig. 516 u). Die Kapsel zeigt im Inneren eine Höhlung, durch welche im Mittelpunkte eine Art massiver Achse, das Säulchen (columella, Fig. 518 c) geht, und welche rings um diese Achse mit einer Menge kleiner Sporen angefüllt ist, die durch das Einsaugen ihrer Mutterzellen, deren Gewebe anfänglich das Säulchen mit den Kapselwänden vereinigte, frei geworden sind. Diese öffnet sich zur Zeit der Reife durch die Trennung eines kegelförmigen Deckelchens o, das lange Zeit unter der Haube verborgen war, das sich aber nach ihrem Abfallen recht deutlich von dem übrigen Theile der Kapsel durch eine ringförmige Furche unterscheidet, nach Art einer Büchsenfrucht. Wenn es sich selbst absondert, so läßt es diese am Gipfel offen; diese Oeffnung führt den Namen Belag, Peristom. Das Peristom ist von einem Rande umgeben, der bald ganz oder nackt, bald mit kleinen Zähnen versehen ist (Fig. 517 p), die sich in gerade oder gedrehte Borsten verlängern. Diese Zähne stehen in einem einfachen oder doppelten Kreise: daher nennt man auch das Peristom einfach oder doppelt, und diese beiden Kreise begränzen zwei Zellenschichten, welche unter einer dünnen Epidermis die Wand der Kapsel ausmachen. Es ist bemerkenswerth, daß diese Zähne immer in einer gegebenen Art in einer constanten Zahl vorkommen und immer das Vielfache von 4, nämlich 4, 8, 16, 32, 64 sind. Ihrem Gewebe und ihren hygrometrischen Bewegungen nach spielen sie wahrscheinlich die nämliche Rolle, wie in den Lebermoosen die Schleudern, welche in den Moosen ganz fehlen. Seiten wird das Peristom von einer horizontal ausgespannten Haut, einem Querfelle (cepihragma), geschlossen. Die sporenhaltige Höhlung füllt die Wölbung der Kapsel nicht ganz aus, deren unterer, oft massiver Theil den Namen Ansatz (apophysis) annimmt.

Die Moose sondern eben so wenig als die Lebermoose irgend ein merkwürdiges Produkt aus und dienen zu keinem Gebrauche, der wichtig genug wäre, um hier angeführt zu werden.

§. 737. **Characeen.** — Wir wollen uns bei den Characeen nicht verweilen, deren Vegetationsorgane, die durch einen Grad von Einfachheit, der sie den Algen näher bringt und durch die so deutliche, drehende Bewegung der in den Zellen enthaltenen Säfte (§. 273) merkwürdig sind, wir schon kennen zu lernen Gelegenheit gehabt haben. Die Spore wird von einer Masse von Körnchen gebildet, die von mehreren Röhren umgeben sind, die spiralförmig gedreht sind und sich oben in fünf kleine Zähne endigen; die Antheridie, welche unten liegt, bildet Röhrenbüschel (§. 470 Fig. 353), welche im Inneren einer kleinen kugelförmigen Schachtel verwachsen sind.

§. 738. **Equisetaceen.** — Diese entfernen sich auf eine ziemlich auffallende Weise durch den Bau ihres Stammes (§. 109), die Anordnung ihrer äußeren Zweige in eine Scheide, welche jedes Gelenk umfaßt, um welches herum sie quirlartig entstehen und durch die ihrer Reproduktionsorgane von allen andern Akotyledonen. Der Stamm endigt sich in eine Art Zapfen, der durch das Verwachsen einer Menge nagelförmiger (Fig. 520) auf der Achse senkrecht stehender Schuppen gebildet wird. Unter dem Kopfe eines jeden dieser Nägel entstehen kreisförmig kleine Säcke (Kapseln oder Büchsen), von denen jeder (Fig. 521), der zur Zeit der Reife sich der Länge nach spaltet, eine Menge von Sporen entweichen läßt. Jede von diesen erscheint in Gestalt einer zelligen Masse, aus deren unterem Theile vier elastische Fäden hervorkommen (Fig. 521), deren Bewegungen die Ausfaat des Samens unterstützen. Im Anfange war der Sack mit einem stetigen Zellgewebe angefüllt; sodann haben sich die Zellen getrennt, spiralförmig ausgeschnitten und mit der in ihnen enthaltenen körnigen Materie nur einen einzigen Anhängepunkt behalten, so daß sie die vier Fäden



520. 521. 522.

bilden. Wir haben also hier noch einen seltenen Zug: die Bildung einer einzigen Spore in jeder Mutterzelle, deren Wand, anstatt eingesogen zu werden, bleibt, um die Schleuder zu bilden.

§. 739. **Farnkräuter** (Filices). — Wir haben uns schon mit den Vegetations-Merkmalen dieser großen Gruppe von Akotyledonen, mit ihren Stämmen (§. 103—108), welche in den Arten unserer gemäßigten Klimate unter der Erde fortgehen, aber in vielen Arten der Tropenländer sich in einem senkrechten Stamme erheben (Fig. 117), mit ihren Adventivwurzeln (§. 120), mit ihren Blättern (§. 152), die bisweilen ganz, gewöhnlich aber sehr zertheilt sind, beschäftigt. Diese Blätter haben das constante Merkmal, daß sie sich vor ihrer Entwicklung kolbenförmig und auswärts rollen, und zwar nicht bloß der allgemeine Saum auf dem gemeinschaftlichen Blattstiele, sondern auch alle Lappen, die man Fiederblättchen nennt, auf den besondern Blattstielen, so daß in diesem frühen Alter die untere Fläche immer verhüllt bleibt. Wir haben endlich (§. 242) ein Wort von den besondern, trockenhäutigen, d. h. zu Schuppen oder Häuten erweiterten Haaren gesprochen, die in großer Menge auf der Oberfläche der verschiedenen Theile zerstreut sind; auch diese liefern nützliche Kennzeichen zur Unterscheidung der Gattungen und Arten.

Was die Reproduktionsorgane anbetrifft, so bestehen sie aus kleinen zelligen Säcken oder Kapseln, die mit Sporen angefüllt sind und immer auf der unteren Blattfläche liegen. Diese mit Kapseln versehenen Blätter behalten bald die nämliche Gestalt, wie die, welche keine tragen, bald nehmen sie eine etwas verschiedene Gestalt an, bei welcher das blattartige Parenchym weit weniger entwickelt ist und sogar fast ganz verschwindet und die ganz mit Kapseln bedeckten Nerven entblößt läßt.

Diese zeigen gewöhnlich in ihrer zelligen Wand eine Reihe von Zellen, die weit größer und dicker als die andern, und Ende an Ende ringförmig geordnet sind. Der Ring umgibt bisweilen in einer entweder senkrechten (bei den Polypodiaceen, Fig. 526) oder horizontalen oder schiefen Richtung (bei den Hymenophylleen) die Kapsel ganz. In andern Fällen ist er unvollständig und bildet nur ein Stück von einem schiefen Ringe (in den Parkeriaceen). Seine physiologische Rolle scheint der der Schleudern ähnlich zu sein, d. h. da er einen größeren Widerstand als der übrige Theil der Wände leistet, und sich in Folge seines Wachsthums oder durch seine hygrometrische Veränderungen zusammenzuziehen und auszudehnen strebt, so bewirkt er das unregelmäßige Zerreißen dieser Wände an einem andern Punkte und

520. Schuppe *e*, die von dem gipfelständigen Zapfen eines Equisetum mit dem Kapselquirle *c*, den sie unten trägt, und der Verengung *p*, durch welche sie an der gemeinschaftlichen Achse hängt, getrennt ist.

521. Eine Kapsel *c*, besonders von der inneren Seite gesehen wo sie sich durch eine Spalte öffnet.

522. Eine Spore *s* mit ihren vier spiralförmig um sie gerollten Fäden *f* die nämliche mit ihren entrollten Fäden.

523. 525. 526.

stößt durch seine Bewegungen die enthaltenen Sporen hinaus. Dieses Aufspringen findet nicht immer auf diese Weise Statt, sondern nach einer regelmäßigen Spalte, welche die Kapsel entweder auf einer einzigen Seite oder in ihrem ganzen Umfange öffnet, so daß sie dieselbe in zwei Klappen theilt. In diesem letztern Falle bemerkt man entweder noch einen unvollständigen Ring, wie bei den Osmundaceen, oder es ist durchaus keiner da, wie bei den Ophioglosseen, oder es verwachsen bisweilen diese zweiklappigen Kapseln linienweise an ihren Seiten. Sie haben endlich eine besondere, lederartige Consistenz und stehen in einem Kreise auf der inneren Seite, von wo aus sie sich öffnen, wie in den Marattiaceen.

Die Kapseln stehen nicht zerstreut, vereinzelt an der unteren Oberfläche der Blätter, sondern in Gruppen, die man Sporenhäufchen (sori, Fig. 523 f's) nennt. Diese Sporenhäufchen nehmen verschiedene Gestalten an, bald sind sie abgerundet, wie in den Polypoden, bald mehr oder weniger gestreckt, wie in dem Asplenium (Fig. 523 f''s), bald von einander entfernt, bald in einer Längenreihe einander genähert. Ihre Stellung ist auch in Beziehung auf das Blatt verschieden, unter welchem sie mit mehr oder weniger Regelmäßigkeit entweder auf der Oberfläche, oder längs des Randes hin wie in den Abietheen, deren Reihe dem Umrisse folgen kann, wie in den Pteris, oder längs des Mittelnervens hin, wie in dem Blechnum zerstreut sind.

Sie zeigen sich bisweilen entblößt auf der Oberfläche des Blattes, wie in den Polypoden; gewöhnlicher macht sich aber eine feine Haut, welche ein Umschlag der Epidermis zu sein scheint, zu ihrer Bedeckung los, und dies nennt man ihr Schleierchen (indusium). Dieses bildet bisweilen eine Art Kragen oder Kapsel, welche das Sporenhäufchen, z. B. in den Cyathea, umgibt; gewöhnlicher aber bedeckt es sie wie ein Deckel mit einem Gewinde (Fig. 525, D), und in diesem Falle setzt es sich mit der Epidermis auf

523. Stamm des Scolopendrium officinale mit mehreren Blättern f' f'' f''' f'''' in verschiedenen Entwicklungsgraden. Auf der untern Fläche von f''' sieht man die Sporenhäufchen, welche schwärzliche Linien bezeichnen.

524. Bruchstück von dem Wedel eines andern Farnkrautes, des Nephrodium angulare, von unten gesehen: — p zwei Fiederchen mit Sporenhäufchen: — s — r Spindel, die sie trägt.

525. Ein s von den Sporenhäufchen senkrecht geschnitten: — n Nerve, der sie trägt: i Schleierchen oder Umschlag, der es deckt; — c Kapseln.

526. Eine von den Kapseln im Augenblicke des Aufspringens getrennt: — s Sporen, w sie entweichen; — a zelliger Ring.

der einen Seite fort und zeigt auf der andern einen freien Rand, welcher entweder der Mitte oder dem Umrisse des Blattes gegenüberstehen kann (Fig. 524). Das Schleierchen ist entweder in einem einfachen Punkte, wie in dem Nephrodium, oder in einer etwas längeren Linie, wie in dem Athyrium, befestigt. Alle diese Kennzeichen, welche von der Gestalt der Sporenhäufchen, des Schleierchens, seines Befestigungspunktes, seiner Gestalt und seiner Richtung genommen sind, dienen zur Unterscheidung der Gattungen.

Wenn man die Kapseln an und für sich betrachtet, so sind sie gestielt, oder stehen auf einem mehr oder weniger verlängerten Stielchen (Fig. 526). Die Sporen bilden sich in ihrem Inneren gerade so, wie die der vorher untersuchten Kryptogamen, d. h. zu vieren in Mutterzellen, welche anfangs mit einander in ein stetiges Gewebe verwachsen sind, später aber eingelegen werden und die Sporen in der Höhlung der Kapsel frei lassen.

Die Sporen verlängern sich bei dem Keimen in eine Faser, welche aus aneinandergesetzten Zellen besteht, und diese erweitert sich bald durch das Hinzukommen von Zellen, welche auf der Seite gebildet werden, in eine blattartige Ausbehnung, welche beträchtliche Dimensionen erlangen kann. Diese Ausdehnung treibt in der Nähe des Punktes, wo sie angefangen hat, unterhalb wurzelartige Fasern, oberhalb eine Achse mit Blättern; sie ist von mehreren Botanikern mit einem Kotyledon verglichen worden, und demnach sondern sie unter dem Namen der monokotyledonischen Kryptogamen die Farnkräuter von der großen Abtheilung ab, mit der wir uns abgeben. Indessen hält diese Entwicklungsweise keine strenge Vergleichung mit dem Baue und dem Keimen eines ächten monokotyledonischen Embryo aus, und ist vielmehr der Entwicklung der Akotyledonen ganz ähnlich, von denen wir vorher, namentlich bei den Lebermoosen, gesprochen haben.

Man hat es versucht, Antheridien bei den Farnkräutern zu finden, man ist aber über ihre Natur und sogar über ihre Existenz noch nicht einig; die Einen geben diesen Namen Haaren, welche auf verschiedenen Punkten des sehr jungen Blattes zerstreut sind, Haaren, welche an ihrer Spitze, die mit einer kernigen Masse angefüllt ist, gewölbt sind; Andere kleinen Körpern, die man bisweilen in den Kapseln, mitten unter den Sporenhäufchen, vermengt beobachtet und welche in den meisten Fällen sogar auf den Stielchen dieser Kapseln stehen. Sie sind linsenförmig und mit einer Materie angefüllt, deren Kernchen, wenn sie in das Wasser gebracht werden, lebhafte Bewegungen zeigen; man hat sie aber nur an einer gewissen Anzahl von Farnkräutern entdeckt, und wenn es wirklich Organe wären, die zur Befruchtung nothwendig sind, so müßte man sie auf allen finden.

In mehren Farnkräutern der heißen Länder enthalten die Stöcke einen nährenden Grundstoff, welcher es gestattet, sie zur Nahrung anzuwenden; in den unsrigen aber ist der Schleim mit einem anderen bitteren Grundstoffe vermischt, welcher bisweilen stimulirend und sogar abführend ist, und der sie für den ersten Gebrauch untauglich, in der Heilkunde hingegen nützlich macht, indem gewisse Arten anthelmintische Mittel, d. h. Mittel gegen die Eingeweidewürmer, liefern. Diese Eigenschaft wird in den Blättern geschwächt oder verschwindet, in welchen sich ein aromatisches Princip mit dem Schleime verbindet und ihm neue Eigenschaften mittheilt.

§. 740. **Lykopodiaceen.** — Diese halten gewissermaßen das Mittel zwischen den Moosen, an deren Blätter von einem so einfachen zelligen Gewebe, und an deren ganzen Wuchs sie oft erinnern und den Farnkräutern, mit deren Stämmen (§. 102) sie auch eine noch größere Aehnlichkeit haben. Ihre Reproduktionswerkzeuge sind kleine gelbliche Säcke, welche einzeln an

der Grundfläche der Blätter stehen und von zweierlei Art sind: die einen sind mit kleinen zahlreichen Körnchen angefüllt, die sich in Mutterzellen, welche anfänglich ein fetiges Gewebe bilden, zu vieren organisirt haben; die anderen (Oophoridien) sind Kapseln, welche bloß vier weit größere Körper enthalten. Man hat die ersten mit Antheridien verglichen; wir sehen aber, daß ihr Bau ganz der der Sporangien der anderen Kryptogamen ist, und überdies kommen sie allein auf einer großen Menge von Lykopoden vor, welche kein anderes Fortpflanzungsmittel haben.

§. 741. **Rhizokarpeen.** — Diese Familie enthält Pflanzen von ganz verschiedenem Aussehen: wie z. B. die Pilularia mit fadenförmigen Blättern; die Marsilia mit langen Stielchen, die sich in vier Blättchen endigen, die Salvinia mit fiederden und eiförmigen Blättern. Uebrigens sind diese Blätter aber, welche von einem kriechenden Stocke hervorkommen, in dem Zustande der Knospenanlage, nach Art der Blätter der Farnkräuter, schneckenlinig gerollt. Die Reproduktionsorgane sind kleine Säcke, wovon die einen, welche man für Antheridien gehalten hat, sehr dünne Körnchen, die anderen, welche man für Sporen hielt, größere Körner enthalten. Diese Säcke sind in einer und derselben Hülle oder Kapsel auf mannigfaltige Weise mit einander gruppirt (Marsiliaceen), oder in verschiedenen Kapseln abgesondert (Salvinieen), und diese Kapseln, welche kleine Früchte vorstellen, öffnen sich in mehreren Klappen und entstehen an der Grundfläche der Blätter, oder noch darunter, und sind in allen Fällen dem Ursprunge der Würzeln sehr nahe, daher der Familienname (von ῥίζα, Wurzel, und καρπός, Frucht).

Sehr verschieden von den Farnkräutern, mit welchen man sie ehemals verwechselte, nähert sie sich doch denselben zu sehr, so daß sie für einen integrirenden Theil einer und derselben Klasse angesehen werden kann.

Monokotyledonen.

§. 742. Ihre Stämme (§. 91—100), ihre Würzeln (§. 119), ihre Blätter (§. 150), die Symmetrie ihrer Blüte (§. 362), ihre Hülle (§. 406—407), ihr Embryo (§. 566) und ihre Keimweise (§. 596) sind auf eine allgemeine Weise untersucht worden, und wir haben noch an vielen anderen Stellen die verschiedenen Organisationspunkte angegeben, welche sie auf der einen Seite von den Akotyledonen und auf der andern von den Dikotyledonen unterscheiden; wir verweisen der Kürze halber darauf zurück. Diejenigen, welche man noch kennen zu lernen hat, werden sich aus der besonderen Untersuchung der verschiedenen Familien ergeben.

Zusfieu theilte sie in hypogynische, perigynische und epigynische ein; wir werden hier dieser Eintheilung nicht folgen, weil der Unterschied zwischen der ersten und zweiten dieser Einfügungsarten der Staubgefäße in mehreren der monokotyledonischen Familien, in den Liliaceen z. B., nicht ganz deutlich ist. Der Bau des Samenkorns scheint uns eine erste, constantere und wichtigere Eintheilung abzugeben. Bei der größeren Mehrheit ist dieses Samenkorn mit einer gewöhnlich sehr dicken Samenhülle versehen, während sie bei den andern ganz fehlt, und diese zeigen übrigens unter sich auffallende Verhältnisse. Eines von diesen Verhältnissen ist ihr Aufenthalt in dem Wasser, und man kann sie dadurch von einigen anderen Monokotyledonen ohne Samenhülle unterscheiden, z. B. die Orchideen. Aber diese letzteren haben ganz verschiedene Gewohnheiten, sie leben auf dem Lande oder auf den Bäumen. Wir bekommen also diese erste Eintheilung:

Samenkorn	ohne Samenhülle. Wasserpflanzen .	Tab. II.
	mit Samenhülle, mit Ausnahme bei einigen Landpflanzen .	Tab. III.

Wir wollen darauf aufmerksam machen, daß diese beiden Gruppen in der natürlichen Reihe nicht aufeinander folgen, sondern vielmehr parallel laufen; in beiden steigt man stufenweise von der einfachsten Blüte, d. h. von derjenigen, welche auf ein Staubgefäß over auf ein Karpell reduzirt ist, bis zu der zusammengesetztesten hinauf, d. h. zu denjenigen, welche alle Quirle von untereinander verwachsenen Organen zeigen.

Familien. Tab. II.

Monokotyledonen.

Wasserpflanzen mit Samen ohne Samenhülle.

Blütenhülle kleine, oder schuppige, oder krautartige. *

* Embryo homotrop, makropodisch. — Keine Blütenhülle — mit 6 deutlich entwickelten Zertheilungen, oft (wenigstens die 3 inneren) blumenblattig. **

amphitrop, makropodisch. — Keine Blütenhülle, oder aus 1 Schuppen bestehend.	1 Karpell.	Süßwasserpflanzen.	**Najadeen.**
	1 oder mehrere abgesonderte Karpelle	Süßwasserpflanzen.	**Potameen.**
homotrop, makropodisch und inwendig gerunnt. — Keine Blütenhülle.	1 Karpell.	Süßwasserpflanzen.	**Lemnaceen.**
antitrop, makropodisch, mit fadenförmig entwickelten Stämmchen. — Keine Blütenhülle.	1 oder mehrere abgesonderte Karpelle.	Meerpflanzen.	**Zosteraceen.**
homotrop, mit kurzem Würzelchen. — Keine oder krautartige Blütenhülle.	abgesonderte oder in einen einzigen Fierstiel verwachsene Karpelle.	Süßwasserpflanzen.	**Juncagineen.**

** Eichen Ein einziges auf dem Boden des Fachs befestigt. — Fierstücke gekrümmt. — Freie und abgesonderte Fierstöcke. Süßwasserpflanzen. **Alismaceen.**

Mehrere mit wandständiger Mutterfuchensstellung. — Fierstücke zurückgebogen. — Freie und abgesonderte Fierstöcke. Süßwasserpflanzen. **Butomeen.**

Fierstücke gerade. — Fierstöcke, die in einen einzigen verwachsen sind, der mit dem Reiche verwachsen ist. Süßwasserpflanzen. **Hydrocharideen.**

§. 743. Wir haben anderswo (§. 580, 566) die verschiedenen Beiwörter erklärt, welcher in dieser Tabelle dem Embryo gegeben wurden. Dieser makropode Embryo, d. h. mit einem Würzelchen, das in Beziehung auf den Kotyledon sehr entwickelt ist, ist, wie man sieht, ein fast allgemeines Kennzeichen in dieser ganzen Gruppe von Familien mit Samenkörnern ohne Samenhülle, denn man findet es auch in den drei letzten. Das Würzelchen, oder richtiger, das so verlängerte und gewölbte Stämmchen zeigt gewöhnlich ein Gewebe, das sehr reich an Stärkemehl ist, und kann auf diese Weise in Beziehung auf die Nahrung des jungen Embryo die physiologische Rolle spielen, welche gewöhnlich entweder die beziehungsweise weit entwickelteren Kotyledone oder die Samenhülle zu spielen beauftragt sind. Vorzüglich in den Zosteraceen nimmt das Stämmchen diese merkwürdigen Dimensionen an und bildet sogar gewöhn-

527.

lich einen seitenständigen Auswuchs, welcher den größeren Theil der Embryomasse ausmacht. Das Nämliche scheint in den Lemnaceen (gewöhnlich Wasserlinsen) stattzufinden, wo diese Masse von allen Seiten den Kotyledon umgibt, der auf dem Boden eines inneren Kanals liegt, von welchem sie an ihrem Mittelpunkt durchbohrt wird.

Wir sehen, wie diese Hüllen der Blüte der meisten dieser Familien fehlen; in den Juncagineen, wo sie sich zu zeigen anfangen, kann man den Uebergang des Blütenstandes zur Blüte, wie wir es (§. 385) bei der Untersuchung von zweien ihrer Gattungen, der Lilaea und der Triglochia, gezeigt haben, recht gut beobachten. In dieser letzteren Familie fangen die Theile des Embryo an, ihre gewöhnlichen Verhältnisse an Größe zu zeigen, indem das Würzelchen weit kürzer ist, als die Kotyledonen (Fig. 460). Das Gewebe dieser Pflanzen ist, wie das aller Wasserpflanzen, im Allgemeinen sehr einfach, das Zellgewebe erlangt in denselben eine große Ausdehnung, und ist voller Gruben, die mit Luft oder einem andern Gase angefüllt sind, und welche dadurch, daß sie die specifische Schwere der Pflanzen vermindern, derselben gestatten, sich in dem Wasser bis zu seiner Oberfläche, oder theilweise noch darüber zu erheben. Die Gefäße sind dagegen in denselben weit seltener, und fehlen sogar in einigen gänzlich. Aus dieser Anordnung muß die geringe Absonderungsthätigkeit, und demzufolge der Mangel besonderer Eigenschaften, sowie nützlicher Eigenschaften für den Menschen hervorgehen. Unter allen diesen Pflanzen wird am häufigsten eine Hydrocharidee, die Vallisneria spiralis, angeführt, welche gewisse Aerme der Rhone und viele Kanäle und Gräben im Süden sperrt. Man hat oft in Prosa und in Versen erzählt, wie ihre männlichen und weiblichen Blüten, die auf verschiedenen Stöcken getrennt stehen, sich in dem Augenblicke des Blühens vereinigen, wie sich die ersten alsdann durch einen Bruch von ihrem Blütenstiele absondern, von dem Wasser durch den kleinen Nachen, welchen ihre gewölbte Blütenhülle bildet, getragen, dahinschwimmen und sich dem zweiten nähern, die durch einen langen Faden dessen Spirale sich entrollt hat, befestigt sind, wie endlich nach dieser Annäherung die Spirallinie ihre Windungen wieder zusammenzieht und die befruchtete Blüte mit hinabnimmt, welche ihren Samen unter dem Wasser zur Reife bringt.

527. Embryo der Ruppia maritima; — c Kotyledon; — r Würzelchen; — f dem Knöspchen entsprechende Falte; — A Seitenauswuchs des Stämmchens.

§. 744. Unter den Monokotyledonen, welche, einige Ausnahmen abgerechnet, Samenkörner mit einer Samenhülle zeigen, hat die einfachere Blüte der einen keine ächte Blütenhülle; die Hülle, welche man antrifft, hat offenbar nicht die gewöhnlichen Kennzeichen derselben, was die Zahl und den Bau ihrer Theile anbetrifft, welche durch Schuppen oder Deckblätter ersetzt werden; die der anderen zeigt eine ächte Blütenhülle mit quirlartigen Blättchen, je drei zu dreien; daher rührt nun eine erste Eintheilung in Pflanzen ohne Blütenhüllen (kelchlose) und mit Blütenhüllen (kelchige) (siehe Tab. III.).

§. 745. Die ersteren können eingetheilt werden in Spadiceen und Glumaceen. Diese beiden Eintheilungen haben ihren Namen daher und zwar die erste von ihrem kolbenförmigen Blütenstande der bisweilen durch die geringste Entwicklung und den frühzeitigen Abfall des allgemeinen Deckblattes, das nicht als Blütenscheide bleibt, versteckt wird, die zweite von der Natur der Blütenhüllen, welche den besondern Namen Balg (Gluma) erhalten haben, und kleine schuppige Deckblätter vorstellen.

Unter allen in diesen Tabellen aufgezählten Familien werden wir uns nur bei den zwei letzten verweilen, wovon namentlich die der Gramineen wegen ihrer Wichtigkeit in ökonomischer, sowie auch in botanischer Beziehung, unsere ganze Aufmerksamkeit verdient.

§. 746. **Cyperaceen.** — Man verwechselt in der Welt unter dem Namen Kräuter Monokotyledonen, welche gewöhnlich in allen ihren Theilen sogar ihren Blüten grün sind, welche krautartige Stengel und ganze, in schmale Bänder verlangerte Blätter haben, durch welche Langennerven parallel hinziehen; aber diese Kräuter gehoren wirklich zu mehreren verschiedenen Familien, besonders aber zu dieser und der folgenden.

Die Cyperaceen unterscheiden sich leicht von den Gramineen durch ihren vollen Stengel, der an dem Entstehen der Blätter keine Wölbungen hat, und oft die Gestalt eines dreieckigen Prisma annimmt, eine Gestalt, welche mit der dreizeiligen Anordnung dieser Blätter in Verbindung steht. Der Scheidetheil von diesen umgibt den Stengel ohne Zertheilung bis zum Ursprung des Saumes, oder mit andern Worten, ihre Scheide ist ganz; die oberen sogar haben nur den Saum ohne Scheide. Die Blüten sind gegen den Gipfel der Pflanze hin ährenförmig geordnet, Aehren, welche bisweilen ihrer Kürze wegen Aehrchen genannt werden, und alsdann auf verschiedene Art in Beziehung auf einander gruppirt sind. Diese Aehrchen besitzen aus einer Reihe schuppiger Deckblätter, in deren Achse bald mehrere Staubgefäße um ein

Familien. Tab. III.

Monokotyledonische Pflanzen

mit einer Kernmasse versehenes Korn, mit kelchloser Blüte.

Embryo	mit kurzem Würzelchen, das sich nicht ausbreitet. Eine sehr entwickelte Bractee an der Basis einer gipfelständigen Aehre				**Spadiceen.**
	mit langfädigem Würzelchen, welches nach der Seite hin entwickelt ist. Kurze, schuppige Deckblätter, welche den seitenständigen Aehrchen entsprechen				**Glumaceen.**
Spadiceen.					
Blüten	nackt, die männlichen, jede aus einem Staubgefäße bestehend.	Blütenscheide	einhüllend, bleibend . Embryo	spitzendig, gegenläufig	**Pistiaceen.**
			sehr kurz und hinfällig . Embryo	winkelständig, gegenläufig, Blätter mit ästigen Nerven	**Aroideen.**
				kurz, winkelständig. Mehrere einzelige Nacher oder 1 allein mit wandständiger Mutterkuchenstellung, zweihäusige Blüten	**Pandaneen.**
				kurz, winkelständig. 1 einziges Fach mit wandständiger Mutterkuchenstellung, einhäusige Blüten, vermengt auf derselben Aehre	**Cyclantheen.**
				winkelständig, gleichläufig. 1 einziges Fach mit einem hängenden Ei, einhäusige Blüten, welche auf den Aehren getrennt sind	**Typhineen.**
	von Schuppen umgeben, nach Art einer Blütenrecke, aber beinahe je dreifädig.	Blütenscheide	kurz, und hinfällig . Embryo	winkelständig. Ovarium mit mehr. en Fächern. Eier, halb zurückgebogen	**Orontiaceen.**
Glumaceen.					
Korn	aufrecht; Embryo außerhalb; spitzendig . . . . — 1 Schuppe für jede Blüte. — Stengel vollkommen k. kantig. — Blätter dreizeilig. —				**Cyperaceen.**
	angewachsen auf der Seite; Embryo, außerhalb seitenständig . . . . . — 2 Schuppen für jede Blüte. — Halme . . . . . — Blätter zweizeilig. —				**Gramineen.**

Pistill herum, bald Staubgefäße, bald Pistille allein liegen. Diese Theile fehlen sehr häufig den unteren Schuppen des Aehrchens. Diese mannigfaltigen Verbindungen von Zwitterblüten oder diklinischen Blüten, und die verschiedenen Anordnungen der Deckblätter der Achse, welche sie trägt, dienen zur Unterscheidung mehrerer Zünfte. So charakterisiren zweizeilige Deckblätter, welche Zwitterblüten begleiten, die Cypereen; nach allen Richtungen ziegeldachförmige die Seirpeen. Wenn die Staubgefäße von den Pistillen getrennt sind, so kann der Eierstock in einer besonderen Hülle oder Schlauch verborgen sein, der sich öffnet, um den Griffel durchzulassen, und durch die beiden Zähne oder Riemen dieser Oeffnung seine Zusammensetzung auf Kosten der beiden gegenständigen und vollständig mit einander, ausgenommen am Gipfel verwachsenen, anzeigt. Dies beobachtet man an den Caricineen, während bei den Sclerieen, welche gleichfalls diklinisch sind, der Eierstock nicht verschlossen ist. Es sind 1—12 Staubgefäße, gewöhnlich 3, und ihre schwachen Staubfäden, welche zweifächerige Antheren tragen, sind unter dem Eierstocke, wenn sie ihn umgeben, eingefügt. In diesem Falle findet man bisweilen überdies noch andere unfruchtbare Staubfäden, welche wie Borsten oder Schuppen aussehen, in gleicher oder größerer Anzahl. Der Eierstock, auf dem ein dreifpaltiger oder an seiner Spitze dreifpaltiger Griffel sitzt, hat ein einziges Fach, welches ein aufrechtes Eichen enthält. Später nimmt seine Fruchthülle eine krustige oder bandartige Consistenz in den Sclerieen an. Das Samenkorn (Fig. 478) besteht aus einem häutigen Sacke, der mit einer großen mehligen Samenhülle angefüllt ist, ausgenommen an seinem unteren Ende, unter welchem ein kleiner Embryo eingebettet ist, der sich demnach gegen die Nabelseite hinwendet. Dieser Embryo (Fig. 528) hat gewöhnlich die Gestalt eines Kreiskels und zeigt an der Seite eine kleine Wölbung er; diese entspricht dem Kotyledon und dem Würzelchen, wie dies später das Keimen beweist, und der übrige Theil der Embryomasse a wird von dem außerordentlich verbreiterten Stämmchen gebildet.

528.

Als wir von dem Stamme sprachen, haben wir nur den im Auge gehabt, der sich über dem Boden zeigt, und der oft in der That nur ein Zweig ist, der von einem horizontalen Rhizome ausgeht.

§. 747. Gramineen. — Sie zeigen sich gewöhnlich unter dem Aussehen, das man in dem gemeinen Leben mit dem Worte Kraut bezeichnet. Indessen sieht man sie doch bisweilen Dimensionen annehmen, welche sich mit dieser Benennung nicht vertragen. Das große Rohr in unserem Süden (Arundo donax) übertrifft schon bei weitem den Wuchs eines Mannes, und unter den Wendekreisen werden die Bambus wahre Bäume. Wie die Cypereaceen haben die Gramineen oft einen unterirdischen Stamm, aus welchem die hervorkommen, die wir über dem Boden sich erheben sehen. Es sind die, welche man unter dem Namen Halm (Culmus) kennt, und welche sich durch Wölbungen, die man an ihnen von Weite zu Weite bei jedem Knoten, d. h. bei dem Entstehen eines jeden Blattes, sowie auch durch ihre innere Höhlung auszeichnen. Die aus Fasern und Gefäßen bestehenden Büschel nähern sich auch wirklich einander, drängen sich nach außen und lassen den Mittelpunkt leer, ausgenommen in der Knotenhöhe, wo sie sich horizontal biegen, sich kreuzen und durch ihr mit Zellgewebe vermischtes Netz eine Art Brett bilden. Der Halm ist also ein hohler Cylinder, dessen Kanal durch eine Reihe von Scheidewänden, welche dem Entstehen der Blätter entsprechen, unterbrochen ist. Diese umgeben den Halm mit einer Scheide, deren Einfügung den Knoten umfaßt, und welche in dem größeren Theile ihrer Länge auf der entgegengesetzten Seite gespalten ist, und über welcher sie sich in einem Saum oder schmale Platte verlängern. Die Absonderung des Saums und der Scheide wird gewöhnlich durch eine kleine häutige abgestumpfte oder spitzige, oder zweispaltige, sogar ausgezackte und bisweilen auf einen Haarbüschel reducirte Verlängerung angezeigt, dies ist das Blattbäutchen (ligula §. 150, Fig. 151). Die Blätter sind gewöhnlich zweizeilig und ihre Achsen geben oft Knospen das Entstehen, deren Entwicklung die Verästung der Pflanze bestimmt. Diese zweizeilige Anordnung findet man vorzüglich in den Deckblättern des Blütenstandes wieder, welcher aus Aehrchen (spiculæ), d. h. aus äußerst kurzen Aehren besteht, so daß man lange Zeit, jede derselben wie eine Blüte beschrieben hat. Betrachtet man sie auf diese Weise, so gruppiren sich diese Aehrchen bald in Rispen, wie bei dem Hafer, bald in Aehren, und in diesem letzteren Falle ereignet es sich oft, daß sich die Achse, welche sie trägt, abwechselnd in der einen und in der andern Richtung höhlt, um ihre Einfügung aufzunehmen. Diese Aehren, wie die des Weizen, des Roggen, sind der Typus geworden, welcher gewöhnlich von dieser Art des Blütenstandes angeführt wird, obgleich sie wirklich zusammengesetzt sind, weil jedes Aehrchen eine Blütengruppe ist. Bis jetzt finden wir eine große Aehnlichkeit zwischen den Aehrchen der Cypereaceen und den der Gramineen. Die beiden unteren Deckblätter, welche gleichfalls nichts an ihrer Achsel tragen, scheinen eine gemeinschaftliche Hülle für alle andern zu bilden, und nehmen den Namen Bälge an (glumæ, Fig. 529, 530, ge gi), aber jede von den folgenden zeigt im Inneren nicht bloß die Reproduktionswerkzeuge, sondern auch, und dies unterscheidet sie von denen der Cypereaceen, ein zweites Deckblatt, das dem ersteren gegenständig und in Beziehung auf dasselbe etwas höher und einwärts steht. Diese Deckblätter, welche den Namen Spreublättchen (paleæ, Fig. 530, pe pi) annehmen, bilden auf diese Weise, indem sie paarweise gegenständig sind eben so viele Hüllen, zwischen welchen sich die Staubgefäße und das Pistill befinden, und jedes dieser kleinen Systeme ist eine eigentliche Blüte. Es kann auch über den Bälgen ein einziges oder zwei oder drei, oder eine größere Anzahl von diesen Systemen vorkommen, und nach diesen Fällen nennt man das Aehrchen einblütig, zweiblütig, dreiblütig, vielblütig. Die Staubgefäße, welche sich bisweilen auf sechs oder mehr belaufen, bisweilen aber auch auf zwei oder sogar nur auf eines, gewöhnlich aber auf drei reduzirt sind, sind unter einem Centralpistille (Fig. 530, 531) eingefügt, welches in weit selteneren Fällen hier fehlt, und allein in anderen abgesonderten Blüten wieder gefunden wird. Gewöhnlich findet man überdies noch auf den beiden Seiten und etwas auswärts von dem äußersten Staubgefäße zwei kleine häutige oder schuppige Körper, welche man Spelzchen (paleolæ, Fig. 530 bis ll, 531 p) genannt hat. Das das äußere Spreublättchen mit einem Mittelnerven versehen ist, das innere hingegen denselben oft nicht hat und mit zwei Seitennerven, auf jeder Seite einen, versehen ist, so betrachteten diese Schriftsteller dieses gleichnervige Spreublättchen als das Resultat der Verwachsung von zweien; man hätte also drei, vor welchen sich die drei Staubgefäße befänden, und die Spelzchen würden den dazwischen liegenden Quirl bilden, der von einem dritten ergänzt ist, welcher fehlschlägt, aber in der außerordentlich jungen Knospe beobachtet werden konnte.

528 Abgesonderter Embryo der Carex depauperata: — r Würzelchen; — c Kotyledon; — f dem Knöspchen entsprechende Spalte; — e Seitenwölbung des Stämmchens.

Um diesen Gesichtspunkt anzunehmen, müßte aber das innere Spreublättchen auf der nämlichen Achse, wie das äußere, und nicht auf einer secundären Achse entstehen.

Wie dem nun auch sei, so bestehen die Staubgefäße aus einem zu einem Faden verdünnten Staubfaden und einer Anthere mit zwei Fächern, welche in ihrer Mitte verwachsen sind und an deren unterem Ende der Staubfaden befestigt ist, und welche an ihren Endpunkten von einander entfernt sind, und auf diese Weise eine Art X bilden (Fig. 531, e). Das Pistill ist ein Eierstock, auf welchem zwei Griffel stehen, die bisweilen in einem einzigen verwachsen sind und sich in einem mehr oder minder großen Theile ihrer Länge in mehr oder minder lange Riemen verästen, welche zwei fleischaarige oder federige Narben bilden. Es hat innerlich ein einziges Fach, welches ein einziges Eichen ausfüllt, das in seiner Länge mit der inneren Wand verwachsen ist. Später verschmilzt das Samenkorn beim Reifen durch seine Decke (Fig. 532, t) mit der Fruchthülle und bildet auf diese Weise eine Balgfrucht (§. 516). Der größere Theil seiner Masse besteht aus einer mehlichten Samenhülle p; auswärts und unten bemerkt man einen kleinen abgesonderten Körper, der auf seiner Oberfläche eingeritzt ist und kaum hervorragt: dies ist der Embryo (Fig. 532, e, 533), der sich auf die Samenhülle mit einem schildförmig erweiterten Theile a stützt. Unten und auswärts von diesem sieht man einen noch kleineren Körper hervorragen, welcher mit dem ersten in seiner Mitte zusammenhängt und zwei freie Endpunkte zeigt, einen obern und einen untern. Zwischen diesen beiden bemerkt man die kleine Knöspchenspalte i; der obere, c, ist also der Kotyledon, der untere, r, das Würzelchen,

529.

530.

530 (bis).

531.

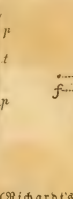
529. Ein Aehrchen von Avena sativa: — a Achse; — ge äußere Balge; — gi innere Balge; — ff untere fruchtbare Blüte; — fa zwei obere fehlgeschlagene Blüten.

530. Das nämliche mit den entfernten Hüllen, um die inneren Theile zu zeigen: — pe äußeres Spreublättchen der fruchtbaren Blüte, auf welcher eine Granne steht; — pi inneres Spreublättchen; — e Staubgefäße; — s Pistill — übrigens gleiche Bezeichnung der Buchstaben.

530 (bis). Horizontalschnitt des Aehrchens; — gleiche Bedeutung der Buchstaben, wie in der vorhergehenden Figur; — l Spelzchen

531. Die fruchtbare Blüte ohne ihren Balg; — e Staubgefäße; — p Spelzchen; — o Eierstock; — s Narben.

532.



533.

und das Schildchen (Richard's Keimträger) ist nur ein Seitenauswuchs von dem Stämmchen, welches dem ähnlich ist, das wir bereits in einigen Zosteraceen gesehen haben. Wir haben das Keimen eines dieser Samenkörner der Gramineen beschrieben (§. 111, Fig. 120).

Alle diese Theile und besonders die der Blüte haben von verschiedenen Schriftstellern eine Mannigfaltigkeit verschiedener Namen erhalten, welche wir hier aus Mangel an Platz nicht angeben können. Wir wollen hier nur anführen, daß der Name Balg anstatt auf jedes der untern und unfruchtbaren Deckblättchen des Aehrchens angewandt zu werden, auf ihre Gesammtheit angewandt wird und daß sie alsdann eben so viele Balgklappen sind, daß der Name Balg dem Ganzen der Spreublättchen gegeben wird, welche alsdann die Klappen des Balges sind. Zum Verständniß der generischen Kennzeichen und der Beschreibungen setzen wir noch bei, daß in den äußern Deckblättchen des Balges und des Spreublättchens der Mittelnerven sich oft in eine mehr oder minder lange Granne über die Spitze hinaus verlängert, oder sich mehr oder minder tief darunter losmacht. Die Art des Blütenstandes, die Zahl der Blüten in jedem Aehrchen ihre vollständige Entwicklung oder das Fehlschlagen mehrerer, welches in andern Fällen beständig in jedem von ihnen stattfindet, die Vereinigung oder die Trennung der Staubgefäße und der Pistille in einer und derselben Blüte, das Vorkommen oder die Abwesenheit der Bälge, die Consistenz und die Gestalt der Spreublättchen, die verwachsenen oder getrennten Griffel, die Natur der Narben, die Zahl der Staubgefäße und der Spelzchen, dies sind die Kennzeichen, welche in der Familie verschieden sind und deren Verbindung gebraucht wird, um die Zünfte und die Gattungen zu unterscheiden.

Diese ungeheure, auf dem ganzen Erdboden verbreitete Familie dient zu einem eben so mannigfaltigen als wichtigen Gebrauche. Die Menge Stärkemehl in diesen Früchten macht, daß man eine gewisse Anzahl von Arten anbaut, welche den Namen Cerealien erhalten. Vorzugsweise sind es diejenigen, wo das Samenkorn einen ziemlich beträchtlichen Umfang hat: der Weizen in den gemäßigten Klimaten; nebst ihm, oder etwas weiter gegen Norden die Gerste, der Roggen und der Hafer; mehr südlich der Mais, der Reis und der Sorgho; einige andere verschiedene unter den Wendezirkeln, z. B. die Poa abyssinica, verschiedene Arten von Panicum und Eleusine. Das Mehl, das man aus der zerriebenen Samenhülle erhält, ist ein Nahrungsmittel, welches sowohl durch das Stärkemehl, welches es enthält, als auch durch den Kleber (§. 23, 301), welcher damit verbunden ist, doppelt nahrhaft ist.

532. Senkrechter Schnitt der Balgfrucht, deren oberen Theil man weggenommen hat: — t verschmolzene Decken der Balgfrucht und des Samens; — p Samenhülle; — e Embryo. — Gleiche Buchstaben für seine Theile wie in der folgenden Figur.

533. Getrennter Embryo; — a Würzelchen; — e Kotyledon; — f dem Knöspchen entsprechende Spalte; — s Seitenwölbung oder Keimträger.

Die Aleie entspringt aus den Ueberresten der Samenhülle, und verdankt ihre Eigenschaften den stärkemehlhaltigen Theilen, welche an derselben hängen bleiben. Der Saft von vielen Gramineen enthält den Zucker in Auflösung; vorzüglich in dem Zuckerrohre (Saccharum officinale) kommt er in so außerordentlicher Menge vor, daß man ihn mit Vortheil aus demselben gewinnt. Das Vorkommen des Zuckers bestimmt die Gährung, in Folge deren verschiedene Flüssigkeiten von geistiger Natur, die zu Getränken und vielen andern Anwendungen für den Menschen dienen, erzeugt werden. Auf diese Weise erhält man den Rhum und die Tafia aus dem Safte des Zuckerrohrs, den Arack aus Reis und das Bier aus Gerste. Das Verfahren bei Verfertigung dieses letztern, welches darin besteht, die Gerste, welche man einem anfänglichen Keimen unterworfen hat, in einem großen Gemenge mit Wasser gahren zu lassen, hängt davon ab, daß sich beim Gähren ein gewisser Theil Stärkemehl der jungen Pflanze in Zucker verwandelt. Dieser Ueberfluß von verschiedenen nährenden Grundstoffen in den mannigfaltigen Theilen der Gramineen wird auch auf eine nützliche Weise zur Nahrung der Thiere angewandt, und macht bei einer sehr großen Menge von Arten die Grundlage der Weideplätze und der Futterkräuter aus. Endlich haben wir gesehen (§. 20, 315), daß die Gramineen eine besondere Verwandtschaft zu der Kieselerde haben, welche mit ihrem Safte eindringt, und in den Wänden ihrer äußersten Zellen fest wird, und oft ihre Epidermis und ihre Knoten bedruftet: daher die Steifheit und Unverweslichkeit gewisser Stroharten, welche die Industrie benützt.

Nicht alle Gramineen sind geruchlos, einige hauchen zur Zeit der Blüte einen süßen, zugleich aber auch durchdringenden Geruch aus, wovon alle Spaziergänger um diese Zeit überrascht sein müssen, besonders wenn die Individuen mannigfaltig sind, wie auf einer Wiese. Man führt das Ruchgras (Anthoxanthum) als eine der wohlriechendsten unter unseren einheimischen Arten an. Es gibt einige, welche es in wärmeren Klimaten in einem noch weit höheren Grade sind, und man gewinnt aus denselben ein wesentliches Oel. Der Vetiver, welcher jetzt so allgemein angewandt wird, um die Kleider zu parfümiren, ist die Wurzel einer Graminee (Andropogon muricatum).

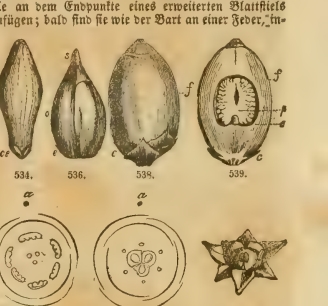
§. 748. Jussieu machte seine monohypogynischen Pflanzen aus den vorhergehenden Familien, aus den folgenden seine monoperigynischen und seine monoepigynischen, zwischen welchen die Gränzlinie nicht leicht zu ziehen ist.

Wir werden sie also nach einem andern Kennzeichen eintheilen, welches sich auch gewöhnlich mit dem der Einfügung verknüpft, und den Vortheil hat, leicht nachgewiesen werden zu können: das Verwachsen oder Nichtverwachsen des Kelches mit dem Eierstock. Die Pflanzen von diesen Monokotyledonen, welche wir noch zu untersuchen haben, zeigen eine Blütenhülle mit Blättchen, die beinahe immer in ternären Quirlen vorkommen, die gewöhnlich zu zweien, und unter sich ähnlich sind, indem beide das Aussehen entweder eines Kelches oder einer Korolle haben, oder verschieden sind, indem der äußere alsdann kelchförmig, und der innere blumenblattförmig ist.

(Siehe Tab. IV.)

§. 749. **Palmen** (Palmae). Wir haben früher (§. 93, 94) den Bau des Stammes der Palmen und ihren gewöhnlichen Wuchs angegeben (Fig. 114, 1); ob er sich gleich gewöhnlich in einem mehr oder minder hohen Stamme erhebt, so ist dies doch nicht ein Fall ohne Ausnahme. So zertheilt er sich in einer gewissen Höhe durch eine regelmäßige Dichotomie in dem Doum (Cucifera thebaica) und reduzirt sich in mehreren andern auf eine Zwiebel oder ein Rhizom. Wenn sich der Stamm verlängert, so kann er ziemlich dick und mehr oder weniger schlank sein; seine Zwischenknoten sind bald sehr kurz, bald durch lange Zwischenräume von einander entfernt; seine Oberfläche ist bisweilen glatt und sogar glänzend, wie in den Calamus, oft hingegen ganz rauh von den bleibenden Grundflächen der Blätter, oder auch in den ältern Theilen, wo sie sich losgemacht haben, ungleich, runzlich und riffig; nicht selten ist er mit geraden, mehr oder weniger langen Stacheln versehen. Die Adventivwurzeln, welche über dem Boden hervorkommen und sich an der Grundfläche des Stammes anhäufen, bilden oft um denselben ein Netz, das ihn kegelförmig verdickt.

Die Blätter, welche beträchtliche Dimensionen erlangen, stehen auf langen und starken, sehr diegsamen Blattstielen, an denen der sehr dicke Saum nicht in einer geraden Linie, sondern in einer zickzackförmigen befestigt ist, so daß er eine Art von Falten bildet, die man am besten mit den Stäben eines Fächers vergleichen kann, und welche sich durchaus auf die nämliche Weise entfalten. Bald stehen diese Falten wie die Stäbe eines ächten Fächers, indem sie sich alle an dem Endpunkte eines erweiterten Blattfieels einfügen; bald sind sie wie der Bart an einer Feder, in-



dem sie sich übereinander an den beiden Seiten des Blattfieles einfügen, welcher alsdann die Mittelnerve oder Spindel wird; dieser ganze so zusammengefaltete Saum war in dem frühesten Alter zusammenhängend, aber er spaltet sich endlich längs der Falten und theilt sie auf diese Weise mehr oder minder tief in eine Menge von Riemen, welche dem Ganzen ein handschnittiges oder federschnittiges Aussehen geben (Fig. 114, 1). An den Achseln dieser Blätter, welche durch eine endständige Knospe erneuert werden, und eine Art von Büschel an dem Gipfel des Stammes bilden, entstehen die Blüten in Kolben, die entweder einfach, oft auch ästig sind, und die Blütenscheiden, von denen sie anfänglich eingehüllt sind, und von welchen

534. Nichtentfaltete Blüte der **Areca catheeu**: *ee* äußere Blütenhülle; — *ei* innere Blütenhülle.

535. Horizontalschnitt dieser Blüte, wo sich die Staubgefäße entwickelt und die Eierstöcke fehlgeschlagen haben. *a* Stellung der Are des Blütenstandes, in Beziehung auf die Blüte.

536. Andere Blüte, welche ihrer Blütenhülle beraubt ist, in welcher die Staubgefäße *e* zum Theile fehlgeschlagen haben und der Eierstock *o* sich entwickelt hat; — *s* Narbe.

537. Horizontalschnitt der vorhergehenden Blüte mit ihrer Blütenhülle.

538. Frucht *f* derselben, die an ihrer Grundfläche mit ihrer bleibenden Blütenhülle *c* umgeben ist.

539. Senkrechter Schnitt dieser Frucht; — *e* Blütenhülle; — *f* Fruchthülle; — *p* Fernagte Samenhülle; — *e* Embryo.

540. Blüte das **Chamaerops humilis**, von oben gesehen.

Monokotyledonische Pflanzen

mit einer Samenhülle versehenes Korn, mit kelchiger Blüte.

Familien. Cab. IV.							
Ovarium mit dem Kelche verwachsen . . . . . 1.							
frei . . . . . 2.							
1. Embryo	zentrisch od. gegenläufig od. gleichläufig, innen liegend	gegenläufig, außerhalb liegend	Blüte hermaphrodit od. diklinisch, in ästiger Ähre	Blütendecke mit 6 kelchförmigen Theilungen, federartig	Blätter gespalten, bandförmig oder gefiedert	Palmen.
			Blüten ohne Umschlag in der Achsel winkelst. Placent., nach vorn sämiges Placent.	Blütendecke mit 2—6 kelchförmiger Theilung	Bl. grasartig . . .	Restiaceen.
				Blütendecke mit innerer blumenblattartiger Theilung	Bl. schwertförmig oder grasartig . . .	Xyrideen.
			in einem Umschlag der Deckblätt. Stamina m. schistil. Placenten, Decke . . winkelst. Placenta	Blütendecke mit innerer blumenblattartiger Theilung	Bl. erweitert, mit Längenerven . . .	Commelinaceen.
				Blütendecke mit innerer blumenblattartiger Theilung	Bl. bandartig oder schwertförmig . . .	Tillandseen.
		gleichläufig	außerh. liegend innerh. liegend	Blütendecke mit 6 alle fehlvarrig, regelm. ähnl. Theilungen alle leicht. od. blumenblattart.	Unterer Griffel. – 3 Staubgefäße. – Kapsel . . .	Bl. grasartig . . .	Zunceaceen.
					Griffel 3—6 theilig . . .	Staubgefäße auf einer Röhre . . .	Embryo gekrümmt . . .	Bl. grasartig . . .	Gilliesiaceen.
					röhrig . . .	eine Staubgefäße tragende Röhre . . .	Embryo gerade . . .	Bl. mit erweitertem Saume	Pontederiaceen.
				regelm.	Griffel . . .	ungetheilt. – Narbe verengt oder getheilt. – Staubgefäße	Embryo gekrümmt und gefaltet . . .	Bl. m. parallelen Nerven	Liliaceen.
						auswärts-gerollt . . .	Kapsel . . .	Bl. mit parall Nerven	Melanthaceen.
						einwärts-gerollt . . .	Beere . . .	Bl. mit anastomosirten Nerven . . .	Smilacineen.
2. Blüten	diklinisch		1 oder 2 Ovarie mit befruchtenden Staubgefäßen	Antheren einwärts	Pflanzen kletternd . . .	Bl. mit netzartigen Nerv.	Dioscoreaceen.
	zwitterartig		1 oder 2 Ovarie mit befruchtenden Staubgefäßen. Embryo . . .	im Innern Antheren liegend .	auswärts	3 gegeneinander den äußeren Theilungen entsprechend u. die sich der Länge nach öffnen	Bl. schwertförmig . .	Irideen.
					einwärts	3 gegeneinander mit der inneren Theilung, welche sich in die Quere öffnen, mit gezähnten nach außen flügelartig gebreiten Blütendecke		Burmanieaceen.
						6. Blütenhülle	röhrenartig, mit ebener Theilung, jede ganz blumenblattartig, Körner mit lederartiger Schale . . .		Hämodoraceen.
							unregelmäßige gleichartige Theilung, jede völlig blumenblattartig, Körner mit Schale		Hypoxideen.
							fleischig . . .		Amaryllideen.
						6—5. Blütenhülle, unregelm., jede völlig blumenblattartig		Bl. mit unterlaufenden Nerven	Musaceen.
						6. Blütenhülle, mit äußerer federartiger Theilung, innen blumenblattartig . . .		Bl. mit Längenerven	Bromeliaceen.
				auswärts liegend; Staubgefäße einwärts					
			alle Staubgefäße eines Ovariums und mehrere von den andern schlagen fehl. Samenhülle	einfach. — winkelständige Mutterfachentheilung, Fächerig. — blumenblattartige Staubfäden,			Bl. mit transversalen Nerven . . .	Gannaceen.
				doppelt. — Mutterbauchtheilung winkelständig, Fächerig. — Staubfäden blumenblattartig oder fehlgeschlagen,			Bl. mit transversalen Nerven . . .	Scitamineen.
				ein einziger trägt eine Fächerige Anthere . . .					
				keine. – Kerndecke bedeckt unschiedbar. – Mutterfachentheilung		1-3 zwitterige Anth.	wandständig, fjach. – 1-2 oberweibige Anth.	Bl. mit Längenerven	Apostasiaceen.
								Bl. mit Längenerven	Orchideen.

sie mehr oder minder lang begleitet werden, nachdem sie dieselbe bei ihrem Ueberwachsen halb geöffnet haben, haben selbst ein dickes, hartes, bisweilen holziges Gewebe, so daß sie gleichsam einen Kiel bilden. Es gibt eine oder mehrere; sie sind vollständig oder unvollständig und bisweilen fehlen sie gänzlich. Die Blüten können Zwitterblüten, oder polygynisch, oder monöcisch, oder diöcisch, z. B. in der Dattelpalme, sein. Ihre Blütenhülle (Fig. 538 c, 540) besteht aus zwei Quirlen von federartigen Blättchen, wovon die drei innern nicht immer die nämliche Gestalt und die nämliche Länge wie die äußeren haben, und bisweilen unter sich verwachsen. Die Staubgefäße, die gewöhnlich aus sechs bestehen (Fig. 535, 540) und selten auf drei reduzirt sind, zeigen sich bisweilen zahlreicher in den diklinischen Blüten, ihre Staubfäden sind frei oder monadelphisch. Das Pistill besteht aus drei abgesonderten (Fig. 540) oder verwachsenen (Fig. 536) Eierstöcken, so wie ihre Griffel und jeder enthält ein oder zwei aufrechte Eichen; oft aber schlagen, besonders in dem Falle der Verwachsungen der Eierstöcke, zwei Fächer fehl und man findet nur noch ein einziges. Die Frucht, welche, wie z. B. in den Kokos, unter einer dicken, fleischigen und faserigen Hülle ungeheure Dimensionen erlangt, enthält gleichfalls einen einfachen oder dreifachen Kern, der fast immer auf ein einziges Fach, in dem ersten Falle mit einer bisweilen dünnen Wand, die aber oft die Härte des Holzes und sogar des Steines erlangt, reduzirt ist. Das Samenkorn, indem es mit derselben verwächst und sich häufig mit derselben verschmilzt, wird größtentheils aus einer dicken, gewöhnlich sehr harten, hornartigen oder knorpeligen, oft zernagten Samenhülle gebildet (Fig. 539 p). An dem untern Theile oder an den Seiten derselben befindet sich eine kleine, oberflächliche Höhlung, wo sich ein kleiner Embryo e einbettet, der sich demnach bald nach dem Nabel, bald nach irgend einer andern Seite wendet.

Man hat mehrere Zünfte von Palmen nach verschiedenen Modifikationen der Blütenstände und der Blütenscheiden, welche sie gewöhnlich begleiten, und nach denen der Frucht, die nach der Konsistenz ihrer Fruchthülle verschieden und aus mehreren abgesonderten Karpellen oder aus einem einzigen gebildet ist, und in diesem Falle mehrere Fächer und mehrere Samenkörner oder auch wohl nur ein einziges enthält, von einander unterschieden. Sie können sich nach den beiden so verschiedenen Formen des Blattes, nach der Eintheilung und Gestalt der Blütenhülle, nach der Zahl und der Gestalt der freien oder verwachsenen Staubgefäße, nach der Gestalt der Antheren, nach dem Grade des Zusammenhängens der Eierstöcke und der Griffel und ihres Fehlschlagens nach der Gestalt, Größe, dem Gewebe der Frucht und ihrer Theile, des Kerns, der Samenhülle, nach der Lage des Embryo, nach der Vertheilung der Pistille und der Staubgefäße auf den

nämlichen Blüten oder auf verschiedenen Blüten, die zu dem nämlichen Baume oder zu verschiedenen Bäumen gehören, zu Unterabtheilungen bergeben. Alle diese verschiedenen, mannigfaltig verbundenen Modifikationen dienen zur Unterscheidung sehr zahlreicher Gattungen.

Diese schöne Pflanzenfamilie erweist durch mehrere von ihnen, welche sie ausmachen, den Bewohnern der Länder, worinnen sie vorkommen, die mannigfaltigsten Dienste; so wird wirklich auf der einen Seite ihr Holz zu Verfertigung der Hütten verwandt und ihre so große und so harte Blätter liefern die Dachbedeckung ohne große Anstrengung; die so biegsame und so zähen Fasern, welche in allen Theilen zerstreut vorkommen, dienen zu Verfertigung von Seilen, Waffen und verschiedenen häuslichen Geräthschaften. Auf der andern Seite liefern verschiedene Arten Nahrungsmittel beinahe ohne alle Zubereitung. Zevermann weiß, daß ganze Völkerschaften sich fast ausschließend mit Datteln ernähren, und daß die Kokosnuß einen säuerlichen Rahm, ein köstliches Getränk in den heißen Ländern, enthält: dieser Rahm ist nichts anders als die noch flüssige Samenhülle, welche sich später immer mehr verdickt und endlich zu einer festen Masse wird, welche so hart wie Stein ist. Die endsländige Knospe einer andern, eben so werthvollen Art der Areca oleracea, welche gewöhnlich unter dem Namen Palmkohl bekannt ist, ist selbst als Nahrungsmittel beliebt. Ueberdies finden wir in den Erzeugnissen der Palmen einige wieder, von denen wir gesehen haben, daß sie in den Gramineen so nützlich sind: ein reichliches Stärkemehl in den inneren Zellen des Stammes einer großen Anzahl von Arten, namentlich der Sagus und Phœnix dactylifera, und das unter dem Namen Sago bekannt ist; Zucker, der mit dem Safte vermischt ist, und der es möglich macht, aus demselben gegohrene Getränke zu machen, z. B. den Palmwein, wovon der geschätzteste aus der Elais guineensis gewonnen wird, den Arak, den man aus dem Safte der Areca catheeu, der mit Reis gegohren hat, verfertigt. Man trinkt in Indien unter dem Namen Toddy denjenigen, den man durch Einschnitte in die Blütenscheiden des Kokosbaumes und anderer erhält. Die Kokosmilch verdankt einen Theil ihrer nährenden Eigenschaften dem öligen Stoffe, der mit ihr vermischt ist, und es ist zu bemerken, daß man einen ähnlichen Stoff in vielen andern Palmen aus der nämlichen Zunft wiederfindet; Man gewinnt aus demselben das Palmöl, vorzüglich aus der Elais, welche wir schon genannt haben. Man kennt auch ein Palmwachs, nämlich das, welches in so großer Menge aus dem Ceroxylon andicola (§. 318) fließt, und sich auf den Stämmen anhäuft.

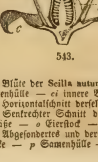
§. 750. **Junceaceen.** — Wir führen sie hier nur als eine Familie an, welche gewöhnlich unter den Pflanzen unseres Landes vorkommt und im gemeinen Leben unter dem Namen Kraut mit den Gramineen verwechselt wird, sowie man auf der andern Seite geneigt ist, unter dem Namen Binse viele Kräuter mit einander zu bezeichnen, welche in den Sümpfen wachsen. Der Bau ihrer Blüten läßt sie leicht sowohl durch das Dasein einer Blütenhülle mit sechs Theilen und durch das eines dreifächerigen Eierstockes unterscheiden; aber die schuppige oder krautartige Consistenz der erstern bildet gewissermaßen den Uebergang der Blütenhüllen der Glumaceen zu den farbigen Blütenhüllen der folgenden Familien.

§. 751. **Liliaceen.** — Die Blütenhülle erlangt ihre glänzendsten Farben in den Liliaceen, die demnach mit so großer Vorliebe in unsern Gärten und auf unseren Fluren aufgesucht werden. Man darf nur die Tulpe, die Hyacinte, die Lilie, die Kaiserkrone u. s. w. nennen, um einen Begriff davon zu geben. Die Liliaceen unserer Klimaten sind krautartig; ihre oft kurze und zwiebelartig gewölbten Stämme, deren mannigfaltige Modifikationen wir anderswo kennen gelernt haben (§. 182), verlängern sich bisweilen und sind entweder kriechend oder aufgerichtet, und bisweilen sogar sehr verästet. In den heißern Klimaten aber findet man überdies einige, welche wahrhaft baumartig sind, wie z. B. in den Yucca, einigen Aloe u. s. w., und unter ihnen sogar findet man Beispiele der umfangreichsten monokotyledonischen Bäume, z. B. die Draconniers (§. 194). Die Blätter sind gestreckt, sehr häufig verengt und haben parallele Nerven. Ihre Scheiden nehmen eine große Entwicklung um gewisse Zwiebel herum an und tragen dazu bei, sie zu verdicken und theilweise zu bilden.

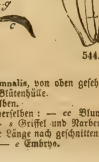
Die Blüten (Zig. 226, 511) zeigen den genauen Typus von der Blüte der Monokotyledonen: eine Blütenhülle mit sechs Blättchen auf zwei concentrischen Reihen, welche unter sich ähnlich, bald getrennt und bald unten in eine Röhre verwachsen sind; sechs Staubgefäße, welche mit diesen Blättchen gegenständig und, wie sie, in zwei Quirle gebracht sind, die auf ihrer Röhre, wenn sie verwachsen sind, wo nicht, ganz an ihrer Grundfläche, ziemlich unten eingefügt sind, so daß man in einigen Fällen berechtigt ist, sie für hypogynisch zu halten; drei Eierstöcke, die mit den drei innersten Staubgefäßen wechselständig und unter sich, sowie ihre Griffel, und sogar bisweilen ihre Narben, die sich auch in drei Lappen trennen können, in ein einziges verwachsen sind. Jedes Fach (Fig. 543 o) enthält mehrere Eichen g, welche an dem inneren Winkel in einer oder zwei Längenreihen befestigt sind. Die Frucht ist gewöhnlich eine fachspaltige Kapsel. Man trennte ehemals unter dem Namen Asparagineen eine gewisse Anzahl von Gattungen mit fleischiger Frucht, welche man jetzt mit ihnen vereinigt hat. Das Samenkorn (Fig. 544) zeigt in einer fleischigen Samenhülle p einen Embryo e, der gewöhnlich gerade, bisweilen gekrümmt, in allen Fällen aber nach dem Anheftungspunkte gerichtet ist. Die Samenschale, welche seine Decke bildet, ist schwammig bei den einen (den einzigen, woraus die ursprüngliche Familie der Liliaceen besteht), fruchtenartig und glänzend bei andern, woraus man die Familie der Asphodeleen bildete, häufig bei einer gewissen Anzahl von Aloineen. Nicht blos als Zierpflanzen werden die Liliaceen angebaut. Mehrere werden es wegen des Küchengebrauchs, und gehören im Allgemeinen zu der Gattung Knoblauch (Zwiebel, Lauche,

541.

542.



543.



544.

541. Blüte der Scilla autumnalis, von oben gesehen: — cc äußere Blütenhülle — ci innere Blütenhülle.
542 Horizontalschnitt derselben.
543 Senkrechter Schnitt derselben; — cc Blumenhülle — s Staubgefäße — o Eierstock — g Griffel und Narben — g Eichen.
544 Abgesonderter und der Länge nach geschnittener Samenkorn — l Decke — p Samenhülle — e Embryo.

Laubknoblauche, Schalotten u. s. w.); sie verdanken dies den Säften von einem starken Geschmacke, und von einer etwas stimulirenden Wirkung, welche in allen ihren Theilen und vorzüglich in ihren zwiebelartigen Stämmen in Menge vorhanden ist. Diese Eigenschaft kann einen Grad weiter an Stärke erlangen und die Pflanzen mit scharfen Säften, in welchen sie sich entwickeln, können auf diese Weise in der Medizin nützlich werden, wie z. B. die Meerzwiebel, die Aloe und andere, deren Aufzählung zu lang wäre.

In der benachbarten Familie in der der Melanthaceen (Zeitlose, Veratrum) bemerkt man noch weit mehr Stärke, und man findet ächte Gifte.

§. 752. **Amaryllideen.** — Nehmen wir Liliaceen, wo die Eintheilungen der Blütenhülle unten unter sich und mit dem Fierstocke verwachsen sind, und wir haben diese neue Familie, welche die nämlichen Vegetationskennzeichen, die nämliche Symmetrie in ihrer Blüte zeigt. Ihre Samenkörner haben ähnliche Modifikationen in dem Gewebe ihrer Samenschale, besonders wenn man mit ihr die kleine benachbarte Familie der Hypoxydeen vereinigt, welche sich von denselben aus dem nämlichen Grunde unterscheidet, wie sich die Zunft der Asphodelen von den anderen Liliaceen unterscheidet, wie wir soeben gesehen haben. In einigen Gattungen, woraus man eine abgesonderte Zunft unter dem Namen der Narcisseen bildet, sind die Eintheilungen der Blütenhülle innerlich auf der Höhe, wo sie sich trennen, mit einem Umschlage oder farbigem Zünglein gefüttert, woraus eine Art von Kragen entsteht, der gewöhnlich ganz oder gezahnt ist. Man bemerkt in einigen Amaryllideen eine besondere Modifikation des Samenkorns, dessen Decke oder Samenhülle, indem es seine gewöhnliche Consistenz verliert, in ein lockeres sattiges und grünliches Zellengewebe aufschwillt und Dimensionen erlangt, die weit größer sind als die, welche sie im normalen Zustande haben. Man nennt diese Samenkörner wegen ihrer in die Augen fallende Aehnlichkeit mit einer dicken Bulbille zwiebelförmig.

Die Amaryllideen sind wie die Liliaceen als Zierpflanzen beliebt, und ihre Säfte haben ähnliche noch stärkere Eigenschaften.

§. 753. **Irideen.** — Diese, die den vorhergehenden sehr ähnlich sind, unterscheiden sich durch

546.

545. Horizontaldurchschnitt der Blüte von der Iris germanica; — *a* Stellung der Achse in dem Blütenstande.

546. Vertikaldurchschnitt derselben; — *c1* äußere Eintheilungen der Blütenhüllen; — *c2* innere Eintheilungen; — *t* ihre Röhre über dem mit dem Eierstocke verwachsenen Theile; — *o* dieser Eierstock; — *g* Eichen; — *e* Staubgefäße; — *s* Narben.

547. Abgeschnittenes und der Länge nach geschnittenes Samenkorn; — *l* Decken; — *p* Samenhülle; — *e* Embryo; — *m* Keimloch.

ihre drei Staubgefäße, welche vor den drei äußeren Eintheilungen der Blütenhülle stehen und deren Antheren sich auswärts öffnen (Fig. 545), leicht von denselben. Ihre Staubfäden sind bisweilen in eine Röhre verwachsen. Die drei den Antheren gegenständigen Narben erweitern sich bei mehreren, in eben so viele blumenblattförmige Ausbreitungen (Fig. 546 *s*), und sie sind es, welche man in dem Safran sammelt, wo sie sowohl durch ihren so bekannten Geschmack und durch den färbenden Stoff, den sie in großer Menge enthalten, Dienste leisten. Die Samenhülle der Samenkörner (Fig. 547) wird bisweilen von einem dichten Fleische, bisweilen aber auch von einem ganz pornartigen gebildet. Diese Consistenz, welche an die des Kaffee erinnert, hat auf den Gedanken gebracht, es zu versuchen, das Samenkorn einer Irisart (*I. pseudo-acorus*) an die Stelle desselben zu setzen und man behauptet, daß es geröstet und auf dieselbe Art zubereitet einige Aehnlichkeit mit demselben habe.

§. 754. **Bromeliaceen.** — Diese Familie zeigt alle Uebergänge vom freien Eierstock zum verwachsenen; denn die Tillandsien, welche die in unseren Tabellen aufgeführten Sektionen uns in einer gewissen Entfernung zu zeigen nöthigen, bilden wirklich nur eine Zunft derselben. Unter diesen findet man Schmarotzerpflanzen, welche auf fremden Bäumen leben. Die Samenkörner sind oft durch eine Naht merkwürdig, die fast eben so dick wie der übrige Theil des Samenkorns sich endlich theilweise von demselben trennt, und durch ihren Embryo, welcher gleichsam auf dem Gipfel der Samenhülle sitzt und sich nach einer von den Seiten hin in eine ziemlich gestreckte Spitze verlängert.

Viele Bromeliaceen sind durch die Schönheit ihrer Blüten merkwürdig, sie sind aber weit weniger verbreitet als die vorhergehenden Familien, weil sie ursprünglich in den Tropenländern zu Hause, nur in Treibhäusern gezogen werden können. Die bekannteste ist die Ananas, welche wegen ihrer Frucht so beliebt ist (§. 531, Fig. 429).

§. 755. **Dioscoreaceen.** — Diese Familie verdient wegen einiger merkwürdiger Punkte ihrer Organisation besonders eine Erwähnung. Wir den Aroideen und den Smilaceen zeigt sie eine Ausnahme von der gewöhnlichen Benervung der Blätter in allen Monokotyledonen, weil die übrigen durch ihre veräfteten und netzförmig anastomosirten Nerven so wie durch die Gestalt ihres Saumes weit mehr an die der Dikotyledonen erinnern. Diese auffallende Verschiedenheit macht sich übrigens gleich bei dem Embryo bemerkbar, wo der Kotyledon sich abplattet und sich selbst in einen ächten Saum erweitert (§. 566, Fig. 461), und wo das Knöpschen beinahe entblößt ist. Der Stamm ist gleichfalls merkwürdig; denn wenn er jedes Jahr kletternde Zweige treibt, so scheinen sie nicht wie bei den andern Pflanzen aus einer Reihe von auf einander folgenden Knoten, sondern vielmehr von einem unterirdischen Stocke herzukommen, welcher einen ersten Zwischenknoten vorstellt, der zu wachsen fortfährt und ungeheure Dimensionen erlangt. Wir haben Gelegenheit gehabt, den von einer Art, den Tamnus elephantipes (§. 100), anzuführen, der überdies noch durch die Entwicklung von einer Art korkiger Rinde auf seiner Oberfläche merkwürdig ist. In der Dioscorea alata, welche unter dem Namen Igname bekannt ist, bildet das Rhizom das in einen fleischigen, schleimigen und etwas zuckerhaltigen Höcker aufgeschwollen ist, eines der gewöhnlichsten Nahrungsmittel der Bewohner der Aequatorialgegenden.

Die fleischige oder trockene und geflügelte Frucht kann zwei Zünfte, die Tamneen und die Dioscoreen unterscheiden lassen.

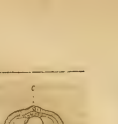
§. 756. **Musaceen.** — Der Gattungstypus dieser Familie ist der Bananenbaum oder Musa, der in der ganzen heißen Zone so verbreitet ist, wo seine Frucht, welche schon mehrmals genannt wurde (§. 502, 537), auch eine von den wichtigsten Grundlagen der Ernährung bildet. Wir haben gleichfalls von seinen großen Blättern gesprochen (Fig. 152), deren lange in einander gesteckte Scheiden wirklich den scheinbaren Stamm nach außen bilden, während der ächte sich unter dem Boden verbirgt. Wir haben seine Lustgefäße beschrieben, welche durch ihre Größe und die Vielfaschheit der parallelen Spiralfäden merkwürdig sind (§. 9, Fig. 39). Man hat diesen Fäden eine Anwendung beigelegt, die sie nicht besitzen, indem sie mit sehr großer Leichtigkeit zerreißen. Diejenige, welche man von Pflanzen aus dieser Familie und namentlich von der Abaka (Musa textilis) bekommt, um Seile und Gewebe von einem hohen Glanze daraus zu machen, rühren von den verlängerten geraden, und den bastähnlichen Fasern her. In den Blüten der Musaceen, wovon einige durch ihre wunderlichen Gestalten und ihre glänzenden Farben, z. B. die der Strelitzia, äußerst merkwürdig sind, schlägt eines der sechs Staubgefäße gewöhnlich fehl; es erscheint aber wieder in einer andern Gattung der Ravenala. Die einzelnen Samenkörner oder mehrere, die jedem der drei Fächer der fleischigen oder aufspringenden Frucht verwachsen sind, zeigen gewöhnlich eine gestreifte und verschiedengefärbte Samendecke.

§. 757. **Cannaceen.** — Sie nähern sich der vorhergehenden Familie durch die Gestalt ihrer Blätter, welche querlaufende Nerven haben, zweizeilig sind und auf langen Scheiden stehen, welche ineinander geschachtelt die Zweige, die sich aus einem unterirrischen Stamme erheben, stärken und verlängern. Dieser wird in vielen Arten zu einer reichen Niederlage von Stärkemehl, das in einigen, namentlich in der Maranta arundinacea, die auch unter dem Handelsnamen Arrow-root sehr bekannt ist, von einer vortrefflichen Qualität ist. Die Blüten verdienen die ganze Aufmerksamkeit der Botaniker, welche sie lange Zeit hindurch wegen der unregelmäßigen Verwandlung der Staubgefäße in wahre Blumenblätter, wovon ein einziges eine Spur seiner wahren Natur durch das Vorkommen eines Antherenfaches auf einem seiner Ränder behält, nicht begreifen konnten. Der Griffel und die Narbe selber nehmen an dieser Verwandlung Theil, und die mannigfaltigen Verwachsungen aller dieser Theile verwirren die Schwierigkeit noch mehr, welche übrigens jetzt ganz entwirrt ist. Wir haben das Samenkorn (§. 562) und sein Keimen (Fig. 490) kennen gelernt. Das Samenkorn ist bisweilen anstatt gerade zu sein, vollständig in zwei Hälften gestaltet.

§. 758. **Scitamineen.** — Es ist der nämliche Wuchs wie in der vorhergehenden Familie; aber in der Blüte haben die Staubgefäße, während sie eben so größtentheils die Gestalt anderer Organe annehmen, nicht ganz das nämliche Aussehen und die nämlichen Verhältnisse. Eine einzige behält geradezu ihre Natur und endigt sich in eine große zweifächerige Anthere; eine andere gegenüberstehende verwandelt sich in ein großes Blumenblatt. Das Uebrige besindet sich in einem verkümmerten und mannigfaltigen Zustande. Wir wollen auch darauf aufmerksam machen, daß hier das fruchtbare Staubgefäß sich vor eine der inneren Zertheilungen der Blütenhülle stellt, und demnach selbst zu dem Quirle der inneren Staubgefäße gehören muß, das Gegentheil findet bei den Cannaceen Statt.

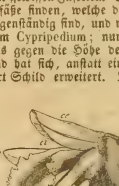
Das Samenkorn zeigt eine im ganzen Pflanzenreiche äußerst seltene Erscheinung, welche übrigens die jetzige Theorie von dem Eichen (§. 560) leicht erklärt: nämlich das Dasein zweier concentrischer Samenhüchen von verschiedener Natur (Fig. 548 pe pi). Die äußere ist der der Cannaceen ähnlich.

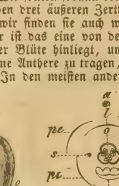
Die Rhizome sind, wie in diesen hier, sehr reich an Stärkemehl; es wird aber gewöhnlich wegen der Beimischung eines ziemlich scharfen und sehr stark riechenden, wesentlichen Oeles nicht angewandt. Auf der andern Seite theilt ihnen dieses Oel, das in alle ihre Theile verbreitet ist, ein Arom mit, das ihnen als Gewürz einen hohen Werth verleiht. Fast alle Scitamineen besitzen diese Eigenschaft; man braucht unter ihnen nur die Kardamome, den Zitwer und den Ingwer anzuführen. Ein sehr schätzbarer Färbestoff, die Curcuma, wird aus ihnen gewonnen.



548.

§. 759. **Orchideen.** — Die Blüten dieser Familie ziehen schon die Aufmerksamkeit des oberflächlichen Beobachters durch die Wunderlichkeit ihrer Formen, des Botanikers durch einen besondern Bau auf sich. Wir wollen denselben, um ihn gehörig aufzufassen, auf den bekannten Typus der Monokotyledonen zurückführen. Die mit dem Eierstocke verwachsene Blütenhülle, welche sitzend ist, theilt sich über demselben in sechs Zertheilungen, drei äußere, die ziemlich gleich unter einander sind, und drei innere, welche von den ersten und unter sich verschieden sind. Gewöhnlich richten sich die ersten und zwei von der zweiten nach der Seite der Achse des Blütenstandes in die Höhe; das sechste wirft sich nach einer entgegengesetzten Richtung und auf diese Weise wird die Blütenhülle gleichsam lippig, indem die obere Lippe durch die Gesammtheit der fünf Zertheilungen, die untere durch die sechste, welche daher den Namen Lippchen führt, gebildet wird. In der sehr jungen Blüte lag dieses Lippchen gegen die Achse hin (Fig. 550); aber später hat der Eierstock bei seinem Umdrehen um sich selbst die Stellung der Theile umgekehrt, und sie in die gebracht, wie wir sie in der entfalteten Blüte sehen (Fig. 549). Das Lippchen trägt durch seine Formen und Färbung, die oft von den andern Theilen ganz verschieden sind, am meisten dazu bei, der Blüte ein besonderes Aussehen zu geben und zeigt bisweilen einige Aehnlichkeit mit verschiedenen anderen Gegenständen in der Natur, namentlich mit gewissen Insekten. Wir sollten sodann drei Staubgefäße finden, welche den drei äußeren Zertheilungen gegenständig sind, und wir finden sie auch wirklich in dem Cypripedium; nur ist das eine von den dreien, das gegen die Höhe der Blüte hinliegt, unfruchtbar und hat sich, anstatt eine Anthere zu tragen, zu einer Art Schild erweitert. In den meisten andern Orchi-


549.



550.

548 Senkrecht geschnittenes Samenkorn von Hedychium carneum: i Decke; — m Kernloch; — e Nabelstrof; — pe äußere Samenhülle; — pi innere Samenhülle; — e Embryo.

549. Blüte vom Spiranthes autumnalis, nach der Drehung und von der Seite gesehen: — o Eierstock mit der verwachsenen Blüte; — ce äußere Zertheilungen derselben; — ci innere Zertheilungen, wovon die untere l, welche mehr entwickelt ist, den Namen Lippchen führt.

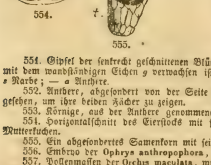
550. Horizontalschnitt dieser Blüte vor dem Drehen: — a Achse der Aehre, — pe äußere Zertheilungen der Blüt-hülle; — pi innere Zertheilungen; — l Lippchen; — e fruchtbare Anthere; — s schildförmige Anthere oder Staubgefäßrudiment; — o Eierstock.

deen hingegen trägt dieses dritte allein eine Anthere (Fig. 550 c) und bei dem ersten Anblicke scheinen die beiden anderen verschwunden zu sein; eine aufmerksame Untersuchung läßt sie aber in der Gestalt von zwei sehr kleinen zeltigen Wärzchen wieder finden, welche man Staubgefäßrudimente (Staminodia, Fig. 550 s) nennt, und welche man in einigen mißgestalteten Blüten sich zu achten Antheren entwickeln sah. Was diesen Quirl von Staubgefäße leicht zu erkennen hindert, ist der Umstand, daß sie, anstatt sich zwischen den inneren Zertheilungen der Blütenhülle regelmäßig einzufügen, auf einem Körper stehen, der sich von der Höhe des Eierstockes gegen den Mittelpunkt der Blüte hin erhebt, eine kurze und schief abgestutzte Säule, so daß sie nach außen eine ebene oder etwas concave Fläche kehrt, die mit einem schmierigen Ueberzuge bedeckt ist. Diese Oberfläche ist die der Narbe und nun sehen wir, daß der centrale Körper aus dem Verwachsen von diesem mit den Antheren entspringt, ein Verwachsen, das mit dem Fehlschlagen mehrerer Theile dazu beiträgt, ihre eigentliche Natur zu verhüllen. Man nennt Säule oder Pistillsäule (Gynostemium) diesen Körper, der aus der Narbe und der Anthere besteht, die sich auf demselben bald weiter unten, indem er mit ihr parallel bleibt (Fig. 551 a s), bald weiter oben, indem sie denselben in seiner ganzen Länge übertrifft (in welchem Falle sie gipfelständig genannt wird), bald aufrecht, bald über die Narbenfläche gebogen, einfügt. In diesem letzteren Falle macht sich endlich die Anthere los; in den anderen bleibt sie an der Stelle sogar nach Ausstreuung des Pollen. Dieser zeigt eine ungewöhnliche Structur, er hat das Aussehen mehrerer abgesonderter Massen, welche die Consistenz des Wachses haben, oder einer größeren Anzahl kleinerer keilförmiger Massen, welche in eine einzige verbunden sind, die auf einer Art Achse von einer schmierigen Substanz steht (Fig. 557); in anderen Fällen aber zeigt er den gewöhnlicheren Bau von einem Haufen von Staub mit Körnern, die oft noch zu vieren wahrscheinlich so aneinander geklümpert sind, wie sie sich in ihren Mutterzellen gebildet haben. Man hat gefunden, daß er in allen Fällen aus Körnern besteht, welche denen eines gewöhnlichen Pollen ähnlich und trennbar, unter sich aber durch einen anderen Stoff mehr oder minder locker verbunden sind. Die Anthere (Fig. 552) ist in zwei Fächer getheilt, die sich nach der Narbenseite hin öffnen, und oft ist jedes von ihnen durch innere Scheidewände in mehrere Fächlein unterabgetheilt. Jedes Fach oder Fächlein ist von einer Pollenmasse (Fig. 553, 557), wie sie aus der so eben beschriebenen Zusammenklebung der Pollenkörner entspringt, angefüllt. Man hat also immer zwei von diesen Massen oder das Vielfache von zwei. Jede von ihnen verengt sich bisweilen unten in eine Art von Schweifchen (caudicula, Fig. 557 c) und dieses endigt sich in einigen Fällen in einen kleinen drüsigen Körper, die Klebdrüse (retinaculum), die sich in einem Beutelchen (bursicula), welches unter der Antnere liegt, befindet. Wir mußten uns in alle diese Ausführlichkeiten einlassen, weil sich auf diese mannigfaltige Modifikationen mehrere Zünfte in dieser großen Familie nach der Natur des Pollen, der Zahl seiner Massen, der Gestalt einer jeden, die mit einem Schweifchen, mit oder ohne Klebdrüse, oder nicht versehen ist, der allgemeinen Richtung der Antnere begründet sind. Der Zögling, der sich auf ihr Studium nicht einlassen will, hat sich nur daran zu erinnern, daß eine einzige Anthere mit zwei Fächern da ist, wovon jedes eine oder mehrere Pollenmassen enthält.

Was den Eierstock anbetrifft, so ist er weil gleichförmiger in der ganzen Familie; er ist um sich selbst gedreht, wie wir gesagt haben und hat inwendig ein einziges Fach, das durch einen ziemlich weiten Kanal mit der Mitte der Narbenfläche in Verbindung steht. Von diesem Kanale laufen bis nach unten auf der inneren Wand drei Mutterkuchen der Länge nach, welche mit den inneren Zertheilungen der Blütenhüllen gegenständig und zu tausenden mit Eichen besetzt sind (Fig. 551 g). Der Eierstock wird eine Kapsel, deren eigenthümliches Aufspringen wir (§. 528, Fig. 425) beschrieben haben, durch welches die drei Mutterkuchen bleiben, welche unten mit dem Blütenstiele, oben mit der Blütenhülle verbunden sind, während sich drei dazwischenliegende Platten ablösen und abfallen. Die Vanille macht durch ihre nicht aufspringende und breitartige Frucht eine Ausnahme von dieser Regel.

Die unzähligen und sehr dünnen Samenkörner sind feilspänartig, d. h. sie erinnern bei ihrem Anblicke an sehr feine Sägespäne. Wenn man sie genauer untersucht, so findet man, daß sie gewöhnlich eine äußere, lockere, spindelförmige (Fig. 555 f) und eine andere weit dichtere kugel- oder eiförmige Decke haben, unter welch letzterer sich eine kleine dem Anscheine nach unzertheilte Zellenmasse befindet, an welcher aber das Mikroskop ein kleines Grübchen entdecken läßt (Fig. 556), dessen Rand sich seitwärts ein wenig erhebt, und aus welchem bei dem Keimen die Achse der Pflanze hervorkommt, was erlaubt, den erhabenen Rand des Grübchens für den Keimlappen und seinen Boden für das Knöspchen zu halten. Wir hätten also hier abermals eine ungeheure Entwicklung des Stämmchens. Diese Embryomasse scheint etwas Aehnliches in dem Höckerchen zu haben, das man an der Grundfläche von vielen ganz entwickelten Orchideen bemerkt. Aus diesem Höckerchen kommt der jährige Stamm hervor, er verwelkt sodann und es bildet sich daneben ein anderes für das folgende Jahr.

Die eigentlichen Wurzeln sind gebüschelt (Fig. 125), die Stämme einfach oder verästet; die Blätter einfach ganz mit Längennerven bezeichnet, bisweilen an ihrer Grundfläche gegliedert und in vielen ausländischen Arten unter der Gliederung in eine fleischige



554. Gipfel der senkrecht geschnittenen Blüte: — *o* Eierstock, der mit dem wandständigen Eichen *g* verwachsen ist; — *l* Lippchen; — *s* Narbe; — *a* Anthere.

552. Anthere, abgesondert von der Seite ihrer inneren Fläche gesehen, um ihre beiden Fächer zu zeigen.

553. Körnige, aus der Anthere genommene Pollenmasse.

554. Horizontalschnitt des Eierstocks mit seinem wandständigen Mutterkuchen.

555. Ein abgesondertes Samenkorn mit seiner äußeren Decke *f*.

556. Embryo der Ophrys anthropophora, seiner Decken beraubt

557. Pollenmassen der Orchis maculata, mit Samenkörnern, die in kleinen keilförmigen Massen vereinigt sind, wovon man zwei abgesondert abgebildet hat; — *c* Schweifchen, das sich unten in einen Balter endigt.

Masse gewöhlt. Unsere Orchideen wachsen auf dem Boden; in den Tropenländern findet man eine große Anzahl derselben auf den Bäumen, nicht als ob sie als Schmarotzerpflanzen auf denselben lebten, sondern sie wurzeln sich in den Spalten, Löchern, Ecken, die sie daselbst antreffen, ein und finden unfehlbar in der Erde, die sich in diesen Punkten anhäufte, eine hinlängliche Nahrung: ihre Wurzeln ziehen wahrscheinlich den größten Theil der Feuchtigkeit aus der Luft, mit welcher sie in Berührung stehen, und welche für sie ein dringendes Bedürfniß ist. Daher die gegenwärtige Gewohnheit, sie in durchbrochenen Körben zu ziehen und ihre Grundfläche nur mit feuchtem Moose oder mit Erdschollen zu umgeben, zwischen welchen die Luft frei durchstreichen kann.

Mit Ausnahme der Vanille, deren etwas fleischige Frucht einen Stoff von einem köstlichen Parfüm enthält und demnach ein so gesuchtes Gewürz liefert, findet man bei den Orchideen nicht leicht andere Theile, welche, außer den Höckerchen von gewissen Arten, angewandt werden, aus welchen man ein sehr stärkendes Nahrungsmittel, den Salep, eine Mischung von Stärkemehl, welches in demselben in Menge vorkommt, und den Decken, welche dasselbe enthalten, bereitet, und ein anderes dem Gummi ähnliches Princip, das Bassorin heißt, das in kleinen Kernen von hornartiger Consistenz, die in der Masse dieser Höckerchen zerstreut sind, concentrirt vorkommt. Trotz den so beschränkten Anwendungen sind die Pflanzen aus dieser Familie wegen der Schönheit und der Wunderlichkeit ihrer Blüten äußerst beliebt; ihre Kultur, welche das Treibhaus verlangt, ist in gewissen Ländern zur eigentlichen Mode geworden, und während Linné nur ein Dutzend ausländischer Arten kannte, zählt man mehr als fünfzehnhundert in den Katalogen mehrerer neuerer Gärten.

Dikotyledonen.

§. 760. Die Dikotyledonen, welche den größeren Theil der Phanérogamen bilden, mußten uns natürlicherweise sehr beschäftigen und uns die meisten Beispiele liefern. Ihre allgemeinen Kennzeichen und die Hauptpunkte ihrer Organisation sind schon früher erörtert und ihnen mehrere Kapitel besonders gewidmet worden. So haben wir ihre Stämme (§. 50—90, 332—345), ihre Wurzeln (§. 118), ihre Blätter (§. 128—140, 151), die Symmetrie ihrer Blüte, die Modifikationen ihres Embryo (§. 29, 567—574), die ihres Samenkorns und sein Keimen (§. 594) kennen gelernt. Die Musterung ihrer Familien soll nun die Kenntniß ihrer Merkmale ergänzen und uns die Gelegenheit verschaffen, zu zeigen, wie sie sich vermannigfaltigen und verbinden und diejenigen herauszuheben, welche in einer ganz allgemeinen Darstellung uns entgehen konnten oder mußten. Wir werden uns mit den Begriffen begnügen, welche in den Tabellen für die meisten von diesen Familien angegeben sind und zu einer weiteren Untersuchung nur eine kleine Anzahl von denselben herausnehmen; denn wegen ihrer Vielfachheit würde uns der Platz fehlen und die Verschiedenheiten würden nicht immer Punkte betreffen, bei welchen wir uns hier verweilen müssen.

Wir wollen bemerken, daß wir anfangs der ersten und großen von Jussieu gemachten Eintheilung folgen, seine Ordnung aber ein wenig umkehren und nach der Reihe die diklinischen, die blumenblattlosen, die vielblumenblättrigen und die einblättrigen untersuchen.

Dyklinische Dikotyledonen.

(S. Tab. V.).

§. 761. Unter den Familien, welche zu dieser Eintheilung gehören, gibt es zwei, die Coniferen und die Cycadeen, welche durch den besonderen Charakter ihres gewöhnlichen Wuchses und einiger ihrer Organe den Botanikern seit langer Zeit aufgefallen waren, und deren besondere Stelle durch neuere Beobachtungen und Theorien in der neuesten Zeit deutlicher bezeichnet wurde. Wir haben die Eichen beschrieben, als ob sie immer in einem Eierstocke enthalten wären, und gezeigt, daß die nackten Samen der alten Schriftsteller es in der That nicht seien, und es in einigen Fällen nur durch das Verwachsen der Samendecken mit denen der Frucht wirklich zu sein scheinen. Wir haben den Bau der Eichen angegeben, der aus einem Centralkörper oder Kern mit einer einfachen oder doppelten Hülle besteht, die mit ihm am Endpunkte verwachsen ist und an dem anderen eine kleine Oeffnung läßt. Nun zeigen die Körper, welche in den Coniferen und den Cycadeen als Eierstöcke mit einem Griffel und einer Narbe, nach Einigen sogar mit einem verwachsenen Kelche betrachtet wurden, bei der Untersuchung diese Mannigfaltigkeit der Theile nicht, sie scheinen vielmehr den so einfachen Bau der Eichen, einen Kern in einer doppelten, an dem Gipfel klaffenden Hülle darzustellen; bloß würde sich hier dieser Gipfel (Fig. 562 o) etwas mehr zu einer Spitze verlängern und eine Art von Griffel vorstellen, und der Umfang des Keimloches würde sich bisweilen öffnen, indem er sich nach Art einer Narbe ausgackte. Man hat demnach hier Eichen gefunden, welche die mehr oder minder ebenen Schuppen, auf welchen sie aufwärts oder hängend eingefügt sind, nicht nach Art einer Fruchthülle einhüllen. Es sind also nackte Eichen und man kann nackt-samig, (gymnospermisch, von γυμνός, nackt und σπέρμα, Samen) die Pflanzen nennen, welche sie zeigen; während alle andere mit ihren verschlossenen Eierstöcken bedeckt-samig, (angiospermisch, von ἀγγεῖον, Gefäß) genannt werden: zwei Wörter, welche von Linné erfunden, aber von ihm unrecht angewandt worden sind.

Dieses Merkmal der Reproduktionsorgane, das sich an andere der Vegetation anknüpft, ist allerdings wichtig genug, diese kleine Gruppe der gymnospermischen Dikotyledonen von allen andern, welche angiospermisch sind, zu trennen. Wir haben es hier nicht gethan, um die eingeführte Ordnung weniger zu stören und weil, wenn wir diese Eintheilung sich bloß auf die diklinischen erstrecken lassen, die Stelle unserer Familien darum in dieser Reihe in nichts geändert werden.

§. 762. Wir wollen zuerst im Vorbeigehen die Aehnlichkeit der Cycadeen mit den Palmen heraushében, eine Aehnlichkeit, welche durch die innere Untersuchung verschwindet, nach welcher man in denselben mehrere concentrische Holzschichten findet, die sich zwar mit einer großen Langsamkeit bilden, so daß eine einzige der Bildung vieler Jahre entsprechen und auf diese Weise die Beobachter täuschen konnte. Die Fiederchen der Blätter sind übrigens eben und nicht gefaltet, wie bei den Palmen.

§. 763. **Coniferen.** — Die Bäume, welche wir besonders unter dem Namen der immergrünen Bäume kennen, gehören zu dieser Familie, welche keine krautartige Pflanze enthält. Wir haben (§. 7, Fig. 33, 34) die besondere Natur ihrer Fasern, welche mit großen, regelmäßig vertheilten Poren bezeichnet sind, kennen gelernt. Mit Ausnahme einiger in der Markröhre zerstreuten Luftgefäße machen bloß Fasern das ganze Holz aus und man kann an diesen das von einer Conifere leicht von jeder anderen fast ohne Ausnahme unterscheiden. Die Gestalt der Blätter, welche wie in den Fichten, Tannen u. s. w. auf sehr schmale Platten oder sogar auf Arten von Nadeln (Fig. 133) reduzirt ist, ist nicht so charakteristisch, denn man sieht, wie sie sich in andern Gattungen (Araucaria, Cuninghamia) und sogar ganz nach Art der gewöhnlichen Säume (Dammara, Ginkgo) sehr erweitern. Wir wollen bemerken, daß in mehreren

Familien. Cab. V. **Dikotyledonische Pflanzen** diklinisch.

1. Gymnospermen, d. h. solche, die nackte Eier in den Schalen haben.
Embryo mit Kotyledonen in einen Theil verwachsen, mit freiem Würzelchen . . . . . Blätter überschnitten Stamm einfach . . . . . Cycadeen.
völlig getrennten, mit der Samenhülle verwachsenen Würzelchen . Blätter einfach . Stamm ästig . . . . . Coniferen.

2. Angiospermen, d. h. solche, deren Eier in ein Ovarium eingeschlossen sind.
Pflanzen durch sich selbst lebend, mit Stengel und Blättern versehen. Blütendecke einfach . . . . 1.
doppelt . . . . 2.
Schmarotzer, ohne grüne Blätter, und einige ohne Stengel. Blütendecke einfach . . . . 3.

1. Ovarium ein einziges fächerig, arnfam. Eier aufrecht. Körn. m. Samenk. doppelt u. Embryo gegenläufig mehrere in jeder Karrelle. Mehrere männl. Blüten, 1männige, um mehrere weibl. . . . Saurureen.
ein einziges in jeder Korp. Mehrere männl. Blüten, 1männige, um eine einzige weibl. . . . Piperaceen.
Ovarium einfach oder keines verwachsen. Embryo gegenläufig mit gespalten Korp. levonen. Samenhülle keine. Blüten fächenartig . . . . Juglandeen.
frei. Embryo gegenläufig, aufrecht. Samenhülle und Kelch keine. Blüten fächenartig . . . . Myricaceen.
Gleichläufig aufrecht; dicke zernagte Samenhülle; ein Kelch; Blüten isolirt. die männl. kätzchenförm . . . . Myristiceen.
gegenläuf. aufrecht; Samenh. fleischig; ein Kelch; Saft wässerig . . . . Urticeen.
gekrümmt; Samenh. feine; ein Kelch: Saft wässerig . . . . Cannabineen.
hängend oder krummläufig einzeln Ovar. verwachsen. Embryo gleichläufig, aufrecht, sehr klein, in einer dicken Samenhülle . . . . Gunneraceen.
frei. Embryo gekrümmt gegenläufig; Samenhülle feine; Saft milchig . . . . Aroocarpeen.
gegenläufig; Samenhülle fleischig; Saft milchig . . . . Moreen.
auf gegenl. Samenh. feine; Kelch vielsp. sehr klein in einer dicken Samenhülle; ein Kelch; Blüter gegenständig . . . . Ceratophylleen.
Chloranthaceen.
Samenhülle und Kelch feine; Blüter wechselständig . . . . Plataneen.
gepaart. Ovar. frei. Embryo auf. gegenl. Samenhülle feine gleich, Samenh. Blüter wechselst. . . . Stilagineen.
verwachsen. Embryo aufrecht, gleichläufig, viel kleiner als die Samenhülle, Blüter gegenständig . . . . Garriaceen.
vielfamig verwachsen; Mutterkuchenstellung wandständig; Frucht sich öffnend an der Spitze . . . . Datiscaceen.
frei. Körner nackt auf der Oberfläche einer Scheidewand oder Klappen . . . . Podostemeen.
fronenartig, aufsitzegen mit 2 wandständigen Mutterkuchen, grundständig; Blüten fächenartig . . . . Salicineen.
vielfäch. frei Eich. 1-2 hängende; Samenhülle keine; Fäch.; Blüten fächenartig . . . . Betulineen.
nicht fächenartig, vielfig . . . . Ulmaceen.
fleischig; Fächerig, selten mehr oder weniger; ebenso diese Knöpfe . . . . Euphorbiaceen.
6–8 schiefdörmige; Samenhülle dünne; Fäch.; Blüten männliche, 1männige, zu einem Kopf vereinigt . . . . Balsamifluen.
unbestimmt, an den Scheidewänden befestigt; Samenh. fleischig; Fäch.; Blüten männl. vielm. kätzchenförm . . . . Repentheen.
verwachsen. Körner 1–2 in jedem Fache; Samenhülle keine; Frucht nicht aufspringend in einer Hülle; Blüten männliche kätzchenartige . . . . Cupuliferen.
unbestimmt; Samenhülle dünne; Frucht aufspringend in eine Hülle; Fächerig; Stützeln; Blüten in Afterdolden; Kelch gefärbt . . . . Begoniaceen.
mehrere in einem gemeinschaftlichen Kelch; in den männlichen Blüten zahlreiche Staubgefäße auf dem Kelche; in den weiblichen * Eichen einzeln hängend; Umbrvo aufrecht gleichläufig in einer fleischigen Samenhülle; Antheren öffnen sich in einer Längenspalte . . . . Monimieen.
aufrecht; Embryo gerade gleichläufig in einer fleischigen Samenhülle; Antheren öffnen sich durch eine Klappe . . . . Atherospermeen.
Ovarium frei. Mutterkuchenstellung winkelständig; mehrere Fächer; in jedem 1 aufsteigenden Korn; Samenhülle fleischig . . . . Empetraceen.
wandständig; Körner in unbestimmter Zahl 1–2 hängende Körner; Samenhülle fleischig . . . . Euphorbiaceen.
verwachsen; Mutterkuchenstellung wandständig; Körner unbestimmt; ohne Samenhülle; Antheren gerad'linig . . . . Papaveraceen.
Mutterkuchenstellung; Blütenhülle . . . . Eucurbitaceen.

1. Ovarium verwachsen; Fächer 1–2 mit einem hängenden Eichen; Blüten männl. 1. 3. männig; Blütenh. hat ebenso viele Theilungen; 1–2 freie Griffel, vielstrig, mit wandständiger oder freier Scheidewand; Antheren zahlreich, öffnen sich durch eine Pore an der Spitze; Griffel 1 verwachsen . . . . Balanophoreen.
3-blätterig; Antheren in gleicher oder doppelter Anzahl, öffnen sich durch eine Spalte; Griffel verwachsen . . . . Rafflesiaceen.
. . . . Cytineen.

die letzten Zweige sich so verkürzen, daß sich diese nadelförmigen Blätter in Büscheln einander nähern, und daß zwei oder mehrere aus demselben Punkte herauszukommen scheinen (Fichten, Lärchenbäume).

Die Blüten sind einhäufig oder zweihäufig. Die männlichen bestehen aus kleinen Kätzchen (Fig. 558), welche zerstreute Antheren haben, häufiger aber auch Schuppen, welche eine oder mehrere Antheren tragen (Fig. 559). Sie gruppiren sich oft in einen gemeinschaftlichen Blütenstand in eine Art gedrängter Aehre. Jede Anthere oder jede staubgefäßtragende Schuppe wird für eine Blüte gehalten. Die weiblichen Blüten sind jene nackte Eichen, von denen wir gesprochen haben, und welche sich von einer etwas mannigfaltigen Gestalt auf eines, zwei oder mehrere auf eine Schuppe belaufen (Fig. 561, 562). Diese eichentragenden Schuppen gruppiren sich auf einer gemeinschaftlichen Achse zu einem mehr oder weniger verlängerten Zapfen (Fig. 430), dem man auch bisweilen den Namen Beerenzapfen gibt, wenn er sehr kurz ist, und aus einer sehr kleinen Anzahl von Schuppen besteht (Fig. 421); in anderen Fällen legen sich mehrere Schuppen ziegeldachförmig über einander, ohne ein Eichen zu tragen, sie bilden aber auf diese Weise eine Art gemeinschaftlicher Hülle, um ein oder zwei, oder mehr Eichen herum, welche alsdann überdies mehr oder weniger vollständig von einem Becher eingehüllt sind.

Nach diesen verschiedenen Modifikationen der Frucht kann man in mehrere Zünfte, oder richtiger, in mehrere Familien die der Coniferen eintheilen, welche demnach eher für eine Klasse gehalten werden muß. In den Abietineen bilden die zahlreichen Schuppen einen Zapfen, und jede trägt, an der Grundfläche verwachsen, umgekehrte Eichen; in den Cupressineen sind sie auf eine kleine Zahl beschränkt, und bilden einen Beerenzapfen, bei welchem jede Schuppe freie und aufrechte Eichen trägt. Ein Becher umgibt oder hüllt das Eichen in den Taxineen, deren Staubgefäße nackt sind, und in den Gnetaceen ein, deren Staub-

gefäße eine kleine Blütenhülle an der Grundfläche eines jeden Staubgefäßes und überdies gegliederte Stämmchen tragen.

558. 559. 560. 563.

561. 562. 564.

Das Samenkorn der Coniferen (Fig. 564) ist in mehreren Hinsichten merkwürdig, zuerst durch die Gegenwart mehrerer unausgebildeter Embryonen in jedem, Embryone, die quirlförmig um einen einzigen herumstehen, der sich entwickelt. Diese Mehrheit der Embryonen ist übrigens noch auffallender in den Cycadeen. Der entwickelte Embryo nimmt die Achse einer großen fleischigen Samenhülle ein; wir haben gesehen, daß er oft polykotyledonisch ist (§. 571, Fig. 467), und ein anderes, noch selteneres Merkmal ist dies, daß er an dem äußersten Ende seines Würzelchens mit der umgebenden Samenhülle verwachsen ist: was bei den Cycadeen der Fall nicht ist.

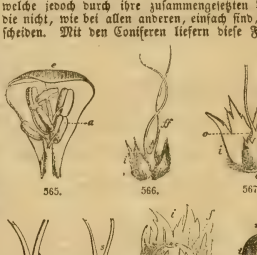
Man sieht, auf welchen Grad von Einfachheit in dieser Gruppe die Reproduktionsorgane herabsteigen, welche auf Antheren und Eichen, bisweilen sogar auf ihre Antheren reduzirt sind. Man findet keine und keine so einfache bei den Monokotyledonen mehr, und dies hat uns zu der Behauptung veranlaßt, daß diese zwei großen Aeste der Phanärogamen, wenn man sie aus diesem Gesichtspunkte betrachtet, eher parallel, als nacheinander in einer progressiven Reihe fortgehen.

Das Holz der Coniferen wird mit Vortheil zu allen Arten von Arbeiten und Gebäuden gebraucht; es verdankt diesen Vorzug der Menge Harz, das sich in seinem Gewebe ausscheidet, und das ihm einen mehr oder minder großen Grad der Undurchdringlichkeit für das Wasser, und demzufolge eine große Dauer der Haltbarkeit mittheilt. Dieses Harz, welches im Leben der Pflanze flüssig ist, gerinnt nach dem Tode durch die Verdunstung der wesentlichen Oele, welche dasselbe aufgelöst enthalten. Man findet es in allen Theilen, besonders aber in großen Gruben angehäuft, welche regelmäßig in der Rinde vertheilt sind. Es ist nach den verschiedenen Arten auch verschieden, oder es vermischt sich mit mannigfaltigen Stoffen, und nimmt nach diesen verschiedenen Zuständen die Namen Pech, Balsam, Terpentin an. Daher kommen auch der Storax und der Sandarach. Die Harze üben auf den thierischen Haushalt eine stimulirende oder sogar irritirende Wirkung aus, darum dienen sie in der Medizin, welche demnach verschiedene Theile oder verschiedene Produkte von mehreren Arten anwendet, die zu der Familie gehören, mit der wir uns beschäftigen. Die Beerenzapfen des Wachholders, die man mit Unrecht wegen ihrer fleischigen, in einen dem Anscheine nach einfachen Körper verwachsenen Schuppenbeeren nennt, dienen zu der Verfertigung des gleichnamigen Liqueurs, welcher ihm unfehlbar seinen vorherrschenden Geschmack und einige seiner Eigenschaften verdankt, zu welchem aber mehrere andere inländische wilde und an zuckerhaltigen Stoffen reichere Früchte beitragen. Die harzigen kommen noch nicht in der Mandel des Samenkorns vor, sie ist süß und ölig und wird in einigen Arten, wo sie sehr groß ist, namentlich von der Pinie, gegessen.

Die Cycadeen strotzen auch von einem Safte, der in ihrem ganzen Gewebe verbreitet und in Gruben angehäuft ist; er ist aber von einer verschiedenen, schleimigen und faden Natur.

§. 764. Unter allen diklinischen, bedecktsamigen Familien wollen wir besonders einige anführen.

Ehemals verschmolz man mehrere unter dem Namen Amentaceen, welche alle durch das gemeinschaftliche Kennzeichen ihrer männlichen kätzchenartigen Blüten vereinigt waren und an welche sich durch dasselbe Kennzeichen die Juglandeen anschließen, welche jedoch durch ihre zusammengesetzten Blätter, die nicht, wie bei allen anderen, einfach sind, unterscheiden. Mit den Coniferen liefern diese Familien



565. 566. 567.

568. 569. 570. 571.

558—564. Befruchtungsorgane der Pinus sylvestris.

558. Anhäufung männlicher Kätzchen c: — f Blätter; — b gipfelständige Knospe.

559. Männliche Blüte oder antherenhaltige Schuppe, besonders gesehen.

560. Drei Anhäufungen weiblicher Blüten oder junger Zapfen c an dem Ende eines Zweiges.

561. Eine Schuppe, welche von einem dieser Zapfen abgesondert und noch außen gesehen ist: — b Deckblatt; — e Schuppe; — oo Gipfel der Eichen.

562. Die Nämliche, einwärts gesehen: — e die Schuppe; — i der Einfügungspunkt der Achse; — oo die beiden nackten umgekehrten Eichen; — m ihre obere Oeffnung oder Mundloch, welches von denen für eine Narbe gehalten wird, welche hier einen Eierstock anstatt eines Eichens erblicken.

563. Die Nämliche, von einem reifen Zapfen: — e und i gleiche Bedeutung; — o eines von den Samenkörnern mit seinem Flügel; der andere ist weggenommen worden.

564. Das nach der Länge geschnittene Samenkorn; — a Grundfläche des Flügels; — i Decke; — p Samenhülle; — e Embryo. Neben dem Würzelchen sieht man zwei andere Körper, welche zwei andere fehlgeschlagene Embryonen sind.

565—571. Befruchtungsorgane einer Cupulifere, der Corylus avellana.

565. Staubgefäßtragende Schuppe e oder männliche Blüte, besonders gesehen: — a Staubgefäße.

566. Weibliche Blüte ff, sehr jung, mit ihrer Hülle i.

567. Die Nämliche, weiter entwickelt, die offene Hülle i zeigt den Eierstock o, der großentheils mit dem Kelche e bedeckt ist; — s Griffel.

568. Die Nämliche, der Länge nach geschnitten, um ihre beiden Fächer mit einem Eichen zu zeigen, das in jedem hängt.

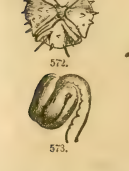
569. Die Nämliche, noch entwickelter.

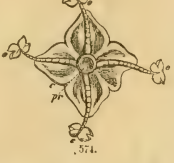
570. Reife Frucht f, mit der Hülle i umgeben.

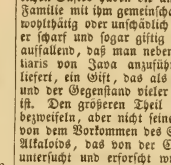
571. Abgesonderter Kern von dem man das Pälfteu der Decken abgenommen hat, um den Embryo e zu zeigen: — r Würzelchen.

fast alle große Bäume unserer Länder, deren Arten unsere Wälder ausmachen: die Betulineen, die Erle und die Birke; die Cupuliferen, die Eiche, die Kastanie, die Buche, den Haselbusch, die Hagebuche; die Salicineen, die Pappel und die Weide; die Plataneen, die Platane; die Ulmaceen, die Ulme, den Lotusbaum; die Juglandeen, den Nußbaum. Die Myriceen werden bei uns nur durch niedrige Sträucher, in den Archipelen Asiens aber durch große Bäume vorgestellt, deren Wuchs an die von gewissen Coniferen, die Casuarina, erinnert, die Typen einer kleinen von einigen Schriftstellern abgesonderte Familie. Der Nutzen dieser Pflanzen für den Menschen von allen durch ihr Holz, von vielen durch die gerbende Eigenschaft ihrer Rinde, von einigen durch ihre Samenkorner ist zu bekannt, als daß es nothig sei, sich bei denselben zu verweilen. Wir wollen bloß bemerken, daß wegen der Gegenwart des Stärkemehls und des Oeles, welche in mannigfaltigen Verhältnissen gemischt sind, diese Samenkörner, z. B. des Kastanienbaums, der Buche, des Haselnußbaumes, des Nußbaumes, die einen besonders zur Nahrung, die andern zur Gewinnung des Oeles oder zu diesem doppelten Gebrauche, mit einander angewandt werden.

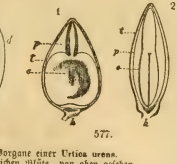
§. 765. Die alte Familie der Urticeen enthält gleichfalls mehrere, die jetzt getrennt sind. 1) Die, welche diesen Namen behält, und welche zum Typus die Gattung Nessel hat, welche durch die Wirkung des Stiches ihrer Haare so bekannt ist, deren Bau wir kennen gelernt haben (§. 247, Fig. 213), eine Wirkung von einer ganz anderen Intensität von Seite mehrerer tropischer Arten, als von Seite der unsrigen und welche heftige Entzündungen verursacht, die, wenn sie anhaltend sind, bisweilen, wie man sagt, tödlich werden können. 2) Die Cannabineen, zu welchen unter anderen der Hopfen gehört, der zur Verfertigung des Bieres angewandt wird, dem er eine angenehme Bitterkeit verleiht, welche von dem harzigen Stoffe herrührt, welcher in dem kleinen gelblichen Kornchen enthalten ist, womit seine Oberfläche, besonders die der Kelche ganz überpudert ist und welche die Lupulien bilden (§. 246). Der Hanf, welcher durch die Zähigkeit der Fasern seines Bastes so nützlich ist, eine Zähigkeit, welche übrigens mehrere andere Pflanzen aus dieser und der vorhergehenden Familien und sogar die Nesseln selbst besitzen. Seine Blätter enthalten einen narkotischen äußerst starkwirkenden Stoff; aus den Blättern des indischen Hanfes bereitet man jene berauschende Nahrung, welche in Aegypten und Arabien so beliebt ist, den Hatschisch, wovon man so viel Wunderbares erzählt und unter anderem die Etymologie des französischen Wortes assassin (Mörder) ableitet, weil der Alte vom Berge, dieses Oberhaupt, welches Bollstrecker aller Mordthaten, die es zu verüben beliebte, zu finden wußte, die blinde Ergebenheit seiner Anhanger dadurch erhalten hatte, daß er ihnen in dem Rausche des Hatschisch einen Vorschmack der himmlischen Seligkeit gab, welche er ihnen zur Belohnung ihres gefahrvollen Gehorsams versprach. 3) Die Artokarpeen, unter welche man zwei berühmte Pflanzen unter allen Nahrungspflanzen zählt, indem sie nämlich ein Brod und eine Milch geben, welche von der Natur schon ganz zubereitet sind. Die eine, der Artocarpus incisa oder Brodbaum, die andere der Galactodendron oder Kuhbaum, welcher in der Cordillera von Venezuela wächst, den die Bewohner regelmäßig melken; er liefert durch Einschnitte eine außerordentliche Menge einer weißen und dicken Flüssigkeit, welche den Geschmack und einige von den Eigenschaften der ächten Milch hat. Sie enthält mehr als die Hälfte Wasser, und bei ein wenig Zucker und Eiweiß eine sehr große Menge einer fetten Materie, von welcher ihre Haupteigenschaften abzuhängen scheinen. Dieses Vorkommen eines milchigen und reichlichen Saftes haben die anderen Pflanzen aus dieser Familie mit ihm gemeinschaftlich; wenn er aber auch wohlthätig oder unschädlich bei den einen ist, so wird er scharf und sogar giftig bei den andern, und es ist auffallend, daß man neben dem Kuhbaume die Antiaris von Java anzuführen hat, die den Upas liefert, ein Gift, das als eines der heftigsten bekannt und der Gegenstand vieler fürchterlichen Erzählungen ist. Den größeren Theil derselben darf man wohl bezweifeln, aber nicht seine Grundeigenschaft, welche von dem Vorkommen des Strychnins herrührt, eines Alkaloids, das von der Chemie und Medizin genau untersucht und erforscht wurde. 4) Die Moreen, welche durch einige Bäume, den Maulbeerbaum und den Feigenbaum, merkwürdig sind. Die Arten aus dieser letzten Gattung sind äußerst zahlreich und enthalten eben so wie die meisten andern Pflanzen aus derselben Familie, einen milchigen, gewöhnlich sehr scharfen Saft. Wie der aus der vorhergehenden Familie verdient er die Aufmerksamkeit durch das Dasein eines besondern und in der Industrie nützlich angewandten Stoffes, des Kautschuk, welches übrigens häufig in den Säften dieser Art vorkommt, ob sie gleich aus Pflanzen gewonnen werden, die zu mehreren verschiedenen Familien gehören. 5) Die Gunneraceen und noch einige Gattungen, welche die Typen kleiner besonderer oder in den andern zerstreuter Familien geworden sind.

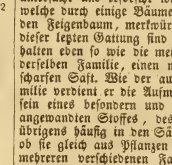

572.


573.


574.

578.


576.


577.

572—577. Betrachtungsorgane einer Urtica urens.

572. Knospe der männlichen Blüte, von oben gesehen.

573. Staubgefäß derselben, um die Krümmung und den Nutzen seines beweglichen Staubfadens und die seiner Antheren vor dem Aufspringen zu zeigen.

574. Entfaltete manuliche Blüte: — *e* Kelch; — *eee* ausgerichtete und offene hypogynische Staubgefäße; — *pr* Ansatz des Centralpistills.

575. Weibliche Blüte: — *e* Kelch mit ungleichen Blättchen, wovon die zwei äußeren weit kleiner sind: — *o* Eierstock; — *s* fitzende Narbe.

576. Senkrecht geschnittenes Pistill, um die Richtung des Eichens *o* zu zeigen; *p* Wand des Eierstocks; — *s* Narbe.

577. Senkrecht geschnittenes Samenkorn, parallel (1) und senkrecht (2) mit den Korpe. onen: — *t* Decke; — *h* Nabel; — *p* Samenhülle; — *e* Embryo.

sind, wie dies die Blätter des Betel beweisen, welche die Einwohner gewisser Theile Asiens beständig wegen seiner stimulirenden Wirkung so gern kauen. Aber die Piperaceen verdienen durch mehrere besondere Punkte ihrer Organisation unsere Aufmerksamkeit noch mehr; dahin gehören das Vorkommen von Büscheln, die aus Fasern und Gefäßen bestehen, die in ihrem Marke zerstreut sind und ihren jungen Stämmen das Aussehen der Monokotyledonen geben, das Dasein einer doppelten Samenhülle, wobei die innere wie in der Nymphäa auf einen kleinen fleischigen Sack reduzirt ist, in welchem der Embryo an seinem Aufhänger hängt, welcher bleibt und den Gipfel des Samenkorns einnimmt (Fig. 482 pi), dessen übriger Theil von der äußeren Samenhülle pe, welche durch die Menge ihrer scharfen und aromatischen Grundstoffe merkwürdig ist und von dem Theile, der in größerer Menge gebraucht wird, ausgefüllt ist. Auf der blütentragenden Achse um jedes Karpell herum, das wir für eine weibliche Blüte ansehen, fügen sich zwei oder mehrere Staubgefäße ein, wovon wir jedes für eine männliche Blüte halten.

579.

582. 580. 578. 581.

§. 767. Die Myristiceen liefern ein anderes fast eben so berühmtes Gewürz, die Muskatnuß, deren Samenhülle in ihrem Gewebe in großer Menge ein aromatisches Oel enthält. Aber die Rinde und die Fruchthülle des Muskatnußbaumes sind mit einem scharfen und schmierigen Safte angefüllt.

§. 768. Die Renunkeen haben zum Typus die Gattung Ranunculus (Nepenthes), dessen Mittelnerve sich über den Saum hinaus verlängert, um eine neue blattartige gefäßförmige Erweiterung zu tragen, an deren Oeffnung eine Art Deckel angebracht ist, der gleichsam mit einem Gewinde versehen ist, und aufgehoben und niedergelassen werden kann, so daß das Gefäß bald verschlossen, bald offen ist. Man findet es oft mit einer wäßrigen Flüssigkeit angefüllt, welche in seinem Innern ausgeschieden zu sein scheint.

§. 769. Wir wollen diese Anführungen mit denen von einigen besondern Familien schließen, deren Pflanzen als Schmarotzer auf den Wurzeln der andern leben, sich kaum über den Boden erheben und bisweilen ohne Stamm, immer aber keine anderen Blätter als einige Schuppen haben. Eine von ihnen, der Cytinus, wächst auf den Cisten in unserem Süden. Die merkwürdigste ist aber unstreitig die Rafflesia, deren Blüten sich zu ebener Erde unmittelbar entfalten. Die von der ersten Art, welche entdeckt wurde, ein wahrer Riese im Pflanzenreich, brachte einige Zeit die Beobachter aus der Fassung, welche den Gegenstand, den sie vor Augen hatten, nicht erklären konnten. Die Blüte, welche auf einem kurzen unterirdischen Stamme stand, der sich von dem Stamme eines Cissus erhob, auf welchen sie wie gepfropft war, hatte beinahe einen Meter im Durchmesser, und man kann sich denken, daß die Entwicklung der Theile durch die Uebertreibung und Hervorbehung ihrer geringsten Einzelheiten sie fast unkenntlich machen mußten. Ein tiefes Studium und später das Studium anderer Arten von nicht so ungewöhnlichen Dimensionen haben diese Pflanzen kennen lernen lassen, die sich der Aufmerksamkeit durch andere eben so merkwürdige Kennzeichen, wie das ihres Wuchses ist, empfehlen; dahin gehören z. B. das Aufspringen ihrer Antheren, die sich durch ein kleines Loch im Gipfel öffnen, das bisweilen einer Menge von Fächlein, wovon jede Anthere ausgestopft ist, gemeinschaftlich ist; ihre Mutterkuchen, welche mit kleinen Körnern versehen sind, die, an den Wänden liegend, sich von denselben loslachen, um frei in dem Fache zu hängen und dasselbe von der Grundfläche bis zur Spitze zu durchziehen; ihr unterstehender Embryo, wie man ihn übrigens ziemlich häufig bei Schmarotzerpflanzen auf Wurzeln und ohne Blätter erblickt, wofer es denn natürlicherweise kommt, daß sie keine Kotyledonen haben.

Diese Familien bilden den Uebergang zu den Aristolochien; wenn wir sie also vor einigen andern diklinischen mit doppelter Blütenhülle, von denen wir noch zu sprechen haben, angeführten, so kommt dies daher, daß sie eher wegen des systematischen Bandes, das sie an die andern in unseren Tabellen knüpft, als wegen ihrer eigentlichen Verwandtschaften, welche ihnen allerdings ihren Platz anderswo anweisen würden, ihre Stelle hier finden mußten.

§. 770. Auf diese Weise meinten mehrere Schriftsteller, daß die Euphorbiaceen unter den vielblumenblättrigen hypogynischen Pflanzen nicht weit von den Malvaceen oder von den Rutaceen aufgeführt werden müssen; dies mag wahr sein, wenn man nur auf ihre Gattungen mit ganz deutlich blumenblättrigen Blüten Rücksicht nimmt. Wir sehen aber aus der Tab. V., daß wir von einer andern Seite durch das Dasein von Blüten mit einer einfachen oder sogar keiner Blütenhülle eben dahin gekommen sind. Dies rührt daher, daß diese große Familie eine außerordentliche Mannigfaltigkeit in Beziehung auf die Zusammensetzung der Blüte zeigt, welche fast vollständig in gewissen Gattungen der Jatropha (Fig. 251) ist und nach der Reihe bei andern bis zum letzten Grade herabsteigt (Euphorbe, Fig. 256, 583, 584, 585). Wir bemerken ziemlich oft einige Gattungen, welche nicht so vollständig wie die andern in einer und derselben Familie sind; sie sind durch einige wesentliche Kennzeichen Glie-

583.

57—582. Beobachtungswerkzeuge des schwarzen Pfeffers.

578. Stück von der blütentragenden Aehre: — e Schuppen, worunter jede zwei Antheren oder männliche Blüten und ein Pistill o, oder weibliche Blüte begleitet.

579. Schuppe, abgesondert und inwendig gesehen.

580. Abgesonderter Pistill: — o Eierstock — s Narbe.

581. Fruchttragende Aehre.

582. Senkrechter Schnitt einer abgesonderten Frucht: — A Einfügungspunkt der Frucht und des Samenkorns, der demnach dem Nabel entspricht — f Fruchthülle — s Narbe — pe äußere Samenhülle — pi innere Samenhülle oder fleischiger Sack, welcher den Embryo e enthält.

583—589. Beobachtungsorgane der Euphorbia palustris.

583. Blütenstand, wovon man die Hülle i geöffnet und entfernt hat, um die Stellung der Blüten in ihm zu zeigen: — gg dräsige Koppen, welche mit eben so vielen Zertheilungen wechselständig sind — b blattige Platten oder Deckblättchen an der Grundfläche der Blüten — m männliche Blüten, wovon jede aus einem Staubgefäß besteht — f weibliche Genitalblüte.

der derselben, aber verarmte und herabgewürdigte Glieder, welche sie schlecht repräsentiren, und alsdann muß man sich an die vollständigsten halten, um den ächten Typus der Familie, der durch Reduktionen bei den andern maskirt ist, zu bestimmen. Bei den Euphorbiaceen aber zeigt die Minderheit diesen höheren Typus, während die große Mehrheit in ihrer Blüte, besonders in der großen Gattung Euphorbe, wohin jene ihren Namen haben, eine außerordentliche Einfachheit zeigt, welche manchmal ihren ganzen Blütenstand auf eine Blüte bringt (§. 385, Fig. 583) und sie auf diese Weise auf einer andern Seite vielen Amentaceen und Urticeen näher bringt. Wie es sich nun auch mit der bestimmten Stelle der Euphorbiaceen verhalten mag, welche durch den Bau der größeren Anzahl ihrer Gattungen in der Reihe weiter unten, durch den Bau von einigen, deren Blüte zusammengesetzt ist, weiter oben zu stehen kommt, so kann man die unmerkliche Progression der einen zu den andern verfolgen, und alle sind überdies durch einige gemein-

schaftliche Merkmale mit einander verknüpft. Dahin gehören die constante Absonderung der Staubgefäße und der Pistille in verschiedenen Blüten, die Hypogynie der abgesonderten, oft auch verwachsenen Staubgefäße, der freie Eierstock mit mehreren Fächern, mit einem, höchstens zwei Eichen, die von dem innern Winkel in jedem herabhangen; diese Fächer, die in den meisten Fällen drei sind, trennen sich zur Zeit der Reife in eben so viele Knöpfe (Fig. 586—587); das Vorkommen einer dicken fleischigen, öfhaltigen Samenhülle, mit einem Embryo, mit oberständigen Würzelchen, mit breiten und abgeplatteten Kotyledonen (Fig. 589). Ihr Wuchs ist sehr mannigfaltig; sie haben den Wuchs hoher Bäume bis zu dem niedriger Kräuter. Merkwürdig sind einige afrikanische Euphorbienarten, deren Gestalten ganz denen der Kaktus ähnlich sind.

Viele Pflanzen aus dieser Familie und besonders die aus ihrer Hauptgattung haben einen eigentümlichen milchigen und scharfen Saft. Vorzüglich in diesem Safte scheint der Grundstoff zu liegen, welcher den Euphorbiaceen gleichförmige Eigenschaften verleiht, der sich aber in den verschiedenen Arten auf eine ungleiche Weise kund gibt, so daß seine Wirkung, welche bei den einen auf einen leichten Reiz reduzirt ist, bei den andern eine heftige Entzündung hervordringt, bis zu dem Punkte, wo sie zu einem heftigen Gifte wird. Die verschiedenen Theile, wo die eigentlichen Gefäße in Menge vorkommen, die Wurzel, die Blätter, vorzüglich die Rinde, müssen also auf den thierischen Haushalt kräftige Wirkungen äußern; aber auch die Samenkörner befinden sich in diesem Falle. Man hat in Beziehung auf diese letzteren die sinnreiche Bemerkung gemacht, daß in den Eigenschaften ihrer verschiedenen Theile keine Identität stattfinde, und daß die des Embryo, besonders des Würzelchens, weit kräftiger sind, als die der Samenhülle. Diese ungleiche Vertheilung der thätigsten Grundstoffe in die verschiedenen Theile einer und derselben Pflanze erklärt die widersprechenden Resultate, auf welche oft Versuche geleitet haben, welche es außer Acht ließen, den angewandten Theil nicht in Anschlag zu nehmen. Die Heilkunde hat sich dieser Eigenschaften der Euphorbiaceen bedient, um erbrechenerregende Arzneimittel, z. B. aus den Wurzeln der Euphorbia ipecacuanha, oder noch häufiger Purgirmittel von denselben zu erhalten. Was die Heilmittel anbetrifft, so hat sie seit langer Zeit den milchigen und concentrirten Saft, den man aus gewissen Euphorbienarten, namentlich aus den fleischigen, gewinnt, als zu gefährlich, aufgegeben, und sie wendet vorzugsweise das Oel an, das aus den Samenkörnern gewonnen wird: aus denen des Ricinus oder Palma christi, z. B. wenn man eine gelinde Wirkung haben will; aus denen des Croton tiglium, wenn man eine äußerst starke haben will. Die Jatropha verdanken diesen letzten Namen dem nämlichen Ursprung.

Es ist merkwürdig, daß wir neben Arzneien und sogar kräftigen Giften ein sehr angenehmes Nahrungsmittel finden, wie das Manjokmehl, das man von der Janipha erhält, einer ganz nahen Gattung mit den vorhergehenden, und das zur Ernährung eines großen Theils der südamerikanischen Bevölkerung dient. Dieser Widerspruch ist nur scheinbar; die dicke und fleischige Wurzel, woraus man dieses Mehl macht, wäre im rohen Zustande sehr gefährlich, und die Milch, womit sie alsdann angefüllt ist, verursacht fürchterliche Vorfälle und sogar einen schnellen Tod. Aber das Rösten zerstört den giftigen Stoff, und demnach ist man es erst, nachdem man es zerrieben, geseht, gewaschen und der Einwirkung des Feuers auf einer Eisenplatte ausgesetzt hat. Bei dem Waschen setzt sich ein sehr reines Stärkemehl ab, welches das Tapiota ist.

Ein Baum aus dieser Familie, der Manschenillenbaum, ist oft angeführt worden, als zeige er die giftigen Eigenschaften der Euphorbiaceen im höchsten Grade, weil schon sein Schatten dem Unvorsichtigen, welcher in demselben ausruht, tödtlich sein könne. Die Sache ist nie ganz nachgewiesen worden, und der Versuch, welcher von muthigen Reisenden unternommen wurde, hat kein Resultat gegeben, was die Frage nicht entscheidet, wie überhaupt jedes rein negative Resultat. Da der Grundstoff, welcher diese Eigenschaften verleiht, gewöhnlich flüchtig ist, wie dies unter andern Umständen seine Vernichtung durch das Rösten in dem Manjok zu beweisen scheint, so ist klar, daß die Atmosphäre um den Manschenillenbaum nach den mannigfaltigen meteorischen Umständen mit denselben in verschiedenen Graden geschwängert sein kann, wenn sie es je wirklich ist. Unbestreitbar ist es hingegen, daß der milchige Saft dieses Baums ganz damit versehen ist.

Das Kautschuk, von dem wir gesehen haben, daß es in dem Safte der Feigenbäume vorkomme, findet sich auch in dem gewisser Euphorbiaceen, besonders in der Siphonia elastica, ein Baum aus Guiana, welcher für die reichlichste Quelle desselben gehalten wird. Andere, wo der milchige Saft sehlt, haben dagegen einen färbenden Grundstoff, den Lakmus, den wir bereits in einer andern, ganz verschiedenen Familie, den Flechten, angetroffen haben, aus welchen ihn der Handel vorzugsweise gewinnt. Eine kleine, in dem südlichen Frankreich sehr gemeine Pflanze ist für diesen Zweck lange Zeit ausgebeutet worden.

584. Eine männliche abgesonderte Blüte: — *b* Deckblättchen; — *p* Blütenstielchen; — — *f* gegliederter Staubfaden auf dem Blütenstielchen; — *a* Antheren.

585. Weibliche Blüten: — *p* Gipfel des Blütenstielchens, das sie trägt; — *c* Kelch; — *o* Eierstock; — *s* Narbe.

586. Ein Kopf *c*, von der inneren Seite gesehen. Man bemerkt das Samenkorn *g* durch die Oeffnung, durch welche seine Nahrungsgefäße hineingehen.

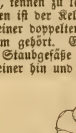
587 Abgesonderter Kopf, nach dem Aufspringen und Ausstreuen des Samenkorns.

588. Samenkorn.

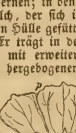
589. Dasselbe senkrecht geschnitten: — *t* Decken; — *p* Samenhülle; — *e* Embryo.

§. 771. Die Cucurbitaceen entfernen sich weit

gewisser, als die vorhergehende Familie von allen denen, welche wir in dieser Abtheilung aufgezählt haben, und sollten vielmehr unter den perigynischen, vielblumenblättrigen, neben den Passifloreen und Loaseen, trotz ihrer diklinischen Blüte, und obgleich ihre innere Blumenhülle, wenn eine da ist, nicht geradezu eine Korolle bildet und sich nicht in abgesonderte Blumenblätter theilt, ihren Platz finden. Man braucht nur die Melone, die Wassermelone, den Kürbis, die Gurke anzuführen, um sowohl die Nahrungsmittel, welche sie dem Menschen liefert, als auch das allgemeine Aussehen der Pflanzen, woraus sie bestehen, mit ihren krautartigen, kriechenden und kletternden Stämmen, die mit bandnervigen und gelappten Blättern, sowie mit Ranken versehen sind, deren unregelmäßige Stellung an der Seite und nicht in der Achsel des Blattstiels bemerkt zu werden verdient, kennen zu lernen; in den bisweilen sehr großen Blüten ist der Kelch, der sich in fünf Zähne endigt, mit einer doppelten Hülle gefüttert, die vielleicht auch zu ihm gehört. Er trägt in den männlichen Blüten fünf Staubgefäße mit erweiterten Staubfäden, die mit einer hin und hergebogenen Anthere (Fig. 591



591.

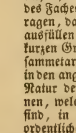


590.

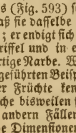
versehen und oft zu dreien gruppirt sind (Fig. 590). Bei den weiblichen Blüten verwächst der Eierstock ganz mit ihm (Fig. 592), trägt seine Eichen auf drei wandständigen und fleischigen Mutterkuchen, welche in das Innere des Faches (Fig. 593) so hineinragen, daß dasselbe fast ganz ausfüllen; er endigt sich in einem kurzen Griffel und in eine dicke, sammetartige Narbe. Wir haben in den angeführten Beispielen die Natur der Früchte kennen lernen, welche bisweilen sehr klein sind, in andern Fällen außerordentliche Dimensionen und oft

592.

594.



595.



593.

590—595. Befruchtungsorgane der Gurke (Cucumis sativus).

590. Männliche Blüte, deren Hüllen der Länge nach gespalten und entfernt sind, um das Innere zu zeigen: — *c* Kelch — *p* innerer farbiger Kelch oder Korolle — *e* perigynische Staubgefäße.

591. Ein angesonderter Staubgefäß: — *f* Staubfaden — *a* Anthere.

592. Weibliche Blüte: — *co* Kelch, mit dem Eierstocke verwachsen — *p* Blumenkrone — *s* Narben.

593. Horizontalschnitt des Eierstocks mit seiner Zertheilung in drei Fächer und der wandständigen Einfügung seiner Eichen.

594. Senkrecht geschnittenes Samenkorn: — *t* Decke, welche an dem Nabelstrick *c* gewölbt ist — *e* Embryo.

595. Abgesonderter Embryo: — *r* Würzelchen — *c* Kotyledonen.

wunderliche Gestalten annehmen, z. B. in den Flaschenkürbissen. Die zahlreichen und abgeplatteten Samenkörner enthalten unter einer lederartigen Schale einen Embryo ohne Samenhülle, der sein Würzelchen nach dem Befestigungspunkt hin richtet (Fig. 594—595).

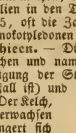
§. 772. Man ißt auch die Frucht, aber gewöhnlich gekocht, des Melonenbaums, welcher der Typus einer kleinen verwandten Familie ist, die ursprünglich aus Südamerika stammt. Sie enthält nebst Wasser und ein wenig Oel eine große Menge Faserstoff, woher wahrscheinlich ihre ernährende Eigenschaft rührt.

Dikotyledonen mit blumenblattlosen Zwitterblüten.

(Siehe Tab. VI.).

§. 773. Wir wissen, daß Jussieu die Blumenblattlosen in drei Klassen eintheilte: in obermännige (epistaminées), ummännige (péristaminées) und untermännige (hypostaminées). Von den in der sechsten Tabelle aufgezählten Familien machte die erste allein die erste Klasse aus; die beiden letzteren bezogen sich auf die dritte; alles Uebrige auf die zweite. Wir sind dieser Eintheilung in dieser Tabelle nicht gefolgt, weil die perigynische Einfügung der Staubgefäße, die zwar in den meisten dieser Familien sehr augenscheinlich ist, es weit weniger in den Polygoneen, besonders in den Atripliceen und Phytolacineen wird, wo sie bisweilen in die hypogynische übergeht und diesen letzten Namen fast eben so verdient, wie in den beiden folgenden, die überdies mit ihnen in eine große sehr natürliche und durch den besondern Bau des Samenkorns charakteristische Gruppe verbunden sind. Wir wollen darauf aufmerksam machen, daß man an diesen blumenblattlosen Familien in den Theilen der Blüte eine andere Zahl als 5, oft die Zahl 3 sehr häufig findet, welche den Monokotyledonen weit eigener ist.

§. 774. Aristolochieen. — Diese Pflanzen sind durch mehrere Kennzeichen und namentlich durch die ganz epigynische Einfügung der Staubgefäße (was ein ziemlich seltener Fall ist) und die ternäre Zahl der Theile merkwürdig. Der Kelch, der mit dem Eierstocke verwachsen ist (Fig. 595), verlängert sich über demselben in eine oft gewölbte Röhre, welche in drei bald gleiche, bald ungleiche Abschnitte mit klappenartiger Blütendeckung endigen. Dieser kelchartige Saum hat oft sehr lebhafte Farben, und bisweilen solche Dimensionen, daß man in Amerika die Blüte einer Art anführt, womit sich die Kinder, wie mit einer Mütze den Kopf bedecken. Die Staubgefäße, welche der Zahl nach 6 bis 12, oder selten unbestimmt sind, sind gewöhnlich auf fast sitzende Antheren reduzirt, die auf einer ringförmigen epigynischen Scheibe stehen oder mit der Grundfläche des Griffels verwachsen sind, mit welchem sie sodann einen Körper auszumachen scheinen (Fig. 599). Der kurze säulenförmige Griffel, den eine in sechs, vier oder drei Strahlen getheilte Narbe krönt, endigt in einem Eierstock, der in eben so viele Fächer eingetheilt ist, wovon jedes eine große Menge Eichen enthält, welche in dem inneren Winkel in einer oder zwei aufsteigenden oder horizontalen Reihen befestigt sind. Er wird zu einer fleischigen, gewöhnlich aber kapselartigen Frucht (Fig. 601) mit



596.

596—604. Befruchtungsorgane der Aristolochia clematitis.

596. Ganze Blüte: — *c* Theil des mit dem Eierstocke verwachsenen Kelches — *t* oberer Theil seiner unten gewölbten Röhre — *l* ihr seitwärts in ein Zünglein verlängerter Saum.

Familien. Cab. VI. **Dikotyledonische Pflanzen**

mit blumenblattlosen Zwitterblüten.

Embryo gerade die Achse des Kornes einnehmend, in einer fleischigen Samenhülle oder ohne Samenhülle . . . 1.
doppelläufig, auf der Seite oder ganz umgeben von einer mehligen Samenhülle; centrale Mutterkuchenfestigung . 2.

1. — Ovarium verwachsen | 3—6 Fächer; Eichen zahlreich mit achsenständigem Placentarium; Embryo sehr kurz, am Ende mit einer dicken Samenhülle; 6—12 epigynische Staubgefäße . . . . . **Aristolochieen.**
| fächerig; Eichen in geringer Anzahl an der Spitze mit einem centralen aufrechten Mutterkuchen; samenhülliger Körner mit kurzen und ebenen Kotyledonen; Frostemone; Perigynie . . . . . **Santalaceen.**
| an der Spitze des Faches hängende; Körner ohne Samenhülle mit langen, blätterartigen, tutenförmigen Kotyledonen; Diplostemonie; Perigynie . . . . . **Myrobalaneen.**
frei; Embryo gegenläufig dicke Samenhülle; mehrere Klappen und ebenso viele Placentarien wandständig gegenüber liegend, vielsamig; Diplostemonie, Monadelphie; manchmal wechselständige Anhängsel an den Staubgefäßen . **Saxifragen.**
| keine Samenhülle; 2 Klappen und ebenso viele gegenüber liegende 2samige wandständige Placentarien; Diplostemonie oder Isostemonie; wechselständige Anhängsel an den Staubgefäßen . **Aquilarineen.**
gleichläufig | 1, 2samige Fächer; aufsteigende Körner; itheiligen bauchigen Kelch; ebenso viele wechselständige Staubgef. **Penaeaceen.**
| 1 Fach; Körner ohne Samenhülle 1—2 aufrechte; Würzelchen unterständig; Kelch itheilig; ebenso viele gegenständige Staubgefäße, eingeschlagen gegen die Höhe dieser Theilungen . . . . . **Proteaceen.**
| hängendes; Würzelchen 4—6theilig; Staubgefäße in doppelter oder oberständig; Kelch dreifacher Zahl, sich durch Klappen öffnend . . . . . **Laurineen.**
| röhrenförmig; Staubgefäße in doppelter oder gleicher Zahl oder der Hälfte, sich öffnend durch Spalten . . . . . **Thymeläaceen.**
| Samenhüllige . 1 hängendes; Würzelchen oberständig . . . . . **Elaagneen.**
| 1 aufrechtes; Würzelchen unterständig; der Kelch das Ovarium einhüllend; Frostemone; Staubgefäße sich öffnend durch Spalten . . . . . **Elaagneen.**

2. Fächer mehrere 1samige und ebenso viele getrennte Griffel; Kelch krautartig oder gefärbt, 4—5theilig; ebensoviele oder mehrere gegenständige Staubgefäße . . . . . **Phytolacineen.**
ein einziges; Embryo seitenständig, saum gekrümmt, gegenläufig mit dem oberständigen Würzelchen; Kelch krautartig oder gefärbt, 3, 4, 5, 6theilig; Staubgefäße in gleicher oder mehrfacher Zahl; 2—4 Griffel . . . . . **Polygoneen.**
| ring- oder spornförmig; nicht eingebillt; röhrenförmig, verbärtet, 4—5zähnig; Staubgefäße perigynisch, in gleicher, geringerer oder größerer Anzahl; 1 einziges Korn; 4—2 Griffel . . . . . **Scelerantheen.**
| valsförmig . Kelch . 3—5theilig, krautartig; gegenständige Staubgefäße in gleicher Anzahl; ein einziges Korn; 4—5 getrennte Narben . . . . . **Arripliceen.**
| 3—5theilig, rutschend, mit 2 Deckblättchen; Staubgefäße in gleicher oder doppelter Zahl gegenständig, die wechselständigen unfruchtbar; ein oder mehrere Körner; Griffel einfach; Narbe einfach oder gelappt . . . . . **Amarantaceen.**
Hülle 1—vielblätig; Kelch röhrenförmig, blumenblattartig, dessen getrockneter Basis von der Frucht umgeben ist; Saum 1—10theilig; hypogynische, in gleicher, geringerer oder größerer Anzahl vorhandene Staubgefäße; ein Korn; Griffel und Narbe einfach . . . . . **Nyctagineen.**

fachspaltigem Aufspringen; jedes Fach enthält eine große Anzahl Samenkörner (Fig. 602), welche abgeplattet oder eckig sind und gegen den Gipfel einer dicken, fleischigen oder etwas hornartigen Samenhülle hin einen sehr kleinen, geraden Embryo zeigen, dessen Würzelchen, das länger als die Kotyledonen ist, sich nach dem Befestigungspunkte richtet (Fig. 603).

Die Stämme sind kraut- oder strauchartig, im letzteren Falle kletternd, wie dies so häufig bei dieser letzteren Art von Stämmen bemerkt wird, welche eine von uns bereits (§. 84) bemerkte anomalische Struktur haben; die Blätter sind wechselständig und einfach, und oft mit zwei großen Nebenblättern versehen, welche auf der andern Seite des Stammes in ein einziges verwachsen; die Wurzeln sind ganz bitter und mit tonischen und stimulirenden Kräften begabt; daher werden mehrere in der Medizin angewandt, unter welchen wir bloß die Serpentaria anführen wollen.

§. 775. Wir wollen auch noch mehrere von den andern Familien anführen; erstens: die **Santalaceen**, unter welchen sich der unter dem Namen **Sandelholz** so berühmte Baum befindet. Richten wir die Aufmerksamkeit auf einen Punkt der ganz seltenen Entwicklung ihres Eichens. Von dem Boden eines einzigen Faches erhebt sich eine centrale Säule, von deren Gipfel mehrere Eichen herabhangen, die aus eben so vielen nackten Kernchen bestehen. Ein einziges unter ihnen entwickelt sich, und in diesem wird dieser Kern bald durch den Embryosack gesprengt, der sich nach außen entwickelt und allein wächst, indem er auf diese Weise die äußere Decke des Samenkorns bildet.

§. 776. Zweitens: die **Proteaceen**, bei denen jede der vier mehr oder weniger tiefen Kelchtheilungen gewöhnlich ihr Staubgefäß trägt, das mehr oder weniger hoch auf ihrer inneren Fläche eingefügt ist, eine für die perigynischen Staubgefäße ziemlich seltene Anordnung, da diese aus der Röhre, d. h. unter der Höhe entstehen, auf welcher sich der Saum theilt.

§. 777. Drittens: die **Thymeläaceen**, bei welchen häutige Anhängsel, die oft oben an der Kelchröhre zwischen ihren Zertheilungen eingefügt sind, einen Entwurf von Blumenblättern zeigen, und deren Rinde sich durch zwei Kennzeichen auszeichnet: auf der einen Seite durch die außerordentliche Zähigkeit ihrer Bastfasern, welche bei vielen Arten den Bruch

597. Horizontalschnitt dieser Blüte.
598. Senkrecht geschnittener unterer Theil dieser Blüte — *o* Eierstock — *e* Narbe — *a* Antheren — *c* Wölbung der Kelchröhre.
599. Narbe *e* mit den paarweise an den Lappen verwachsenen Antheren *aa* — *o* Gipfel des Eierstocks — *c* Wölbung der Kelchröhre.
600. Horizontale Schnitte des Eierstocks.
601. Reife Frucht.
602. Samenkorn.
603. Das Namliche, senkrecht geschnitten: — *t* verdickte Decke von Seite des Nabelstrecks — *p* Samenhülle — *e* Embryo.
604. Abgesonderter Embryo.

der Aeste unmöglich macht, die daher zu Verfertigung von Seilen nützlich verwandt werden, und sich in concentrischen, dünnen und zierlich netzförmigen Blättchen in der Lagetta ablösen, die man aus diesem Grunde Spitzenholz nennt; auf der andern Seite durch die außerordentliche Schärfe seiner Säfte, welche auf der Haut wie Blasenpflaster wirken, und demnach in einer ihrer gemeinsten Arten, dem Garou, angewandt werden.

§. 778. Vierlend: die Laurineen, deren Antheren jene besondere Art des Aufspringens durch Klappen, die wir anderswo (§. 440, Fig. 316) beschrieben haben, und bisweilen das Vorkommen von vier, paarweise über einander liegenden Fächern (Fig. 609) zeigen: eine äußerst seltene Organisation. Der Kelch hat 4 bis 6 Zertheilungen (Fig. 605), welche auf zwei Reihen wechselständig sind, und trägt die Staubgefäße, welche in gedoppelter Zahl, und demnach in vier Reihen gegenständig sind. Die in den inneren Reihen sind oft unfruchtbar; sind sie aber fruchtbar, so haben sie das Sonderbare, daß ihre Antheren nach außen sehen, und sich dahin öffnen, während die Staubgefäße der äußeren Reihen einwärts sehen, und sich auch dahin öffnen. Ein Eierstock, der sich in einen Griffel und in eine einfache Narbe endigt, der ein einziges Fach hat, in welchem ein oder zwei Eichen (Fig. 607 o) hängen; eine fleischige Frucht; ein Embryo ohne Samenhülle, dessen dicke Kotyledonen das sehr kurze und oberständige Würzelchen verhüllen (Fig. 611), dies sind die anderen Kennzeichen dieser Familie, welche oft aus sehr großen Bäumen besteht. Unter diesen ist der Dichterlorbeer (Laurus nobilis) gewiß der bekannteste; er kommt in den südlichen Ländern Europa's fort, und ist wegen der Siegeskränze berühmt, die er schon seit dem grauesten Alterthum ausschließend allein lieferte, und welche jetzt nur noch im figürlichen Sinne angewandt werden. Andere haben aber einen reelleren Nutzen, indem sie uns ein werthvolles Gewürz, den Zimmet, liefern. Es ist die Rinde verschiedener Arten, besonders des Laurus cinnamomum, und sie verdankt ihre Eigenschaft einem flüchtigen Oele, das auch, obgleich nicht so reichlich in andern Theilen, so wie in andern Pflanzen aus derselben Familie verbreitet ist. Man findet in demselben noch einen andern Grundstoff, den Kampher, dessen Dasein in den Pflanzen, wo das flüchtige Oel in Menge vorhanden ist, eine von andern Familien bestätigte Thatsache ist. In dieser wird er vorzüglich von dem Laurus camphora oder Kampherbaum erzeugt. Mit diesem kommt in dem Gewebe der Laurineen ein anderes fettes Oel vor, das bisweilen sehr herb, aber sanft und in Menge in einer von den berühmtesten Früchten der Tropenländer in der des Avogadobaumes oder Laurus persea ist.

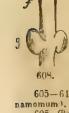
§. 779. Fünftens: die Polygoneen. Dies sind meistentheils krautartige Pflanzen, mit wechselständigen, in der Präfloreszenz auswärts gerollten Blättern, und deren sonderbare Nebenblätter, die in eine den Stamm umgebende Tute (ochrea) wir schon (§. 145, Fig. 127) kennen gelernt haben. Die Zahl der Kelchzertheilung ist fünffach (Fig. 613), oder dreifach in zwei Reihen; die Staubgefäße, welche sie gegen ihre Grundfläche hin tragen, sind in gleicher oder größerer Zahl mit ihnen gegenständig, und in diesem letzteren Falle in zwei Reihen, wovon die innere unvollständig und überdies, wie bei den Laurineen dadurch merkwürdig ist, daß ihre Antheren auswärts gekehrt sind, während sie sich bei der äußeren Reihe einwärts kehren (Fig. 613). Der Eierstock, auf welchem 2, 3 bis 4 freie oder verwachsene, bisweilen sehr kurze Griffel stehen, die sich in einfache oder federige Narben endigen, erhebt sich auswärts in eben so viele Winkel, und enthält in einem einzigen Fache ein einziges aufrechtes Eichen (Fig. 612 o). Er wird zu einer Balgfrucht (Karyopse) oder zu einer Schließfrucht (Achäne) und in seinem Samenkorne dreht der gerade oder bogenförmig gekrümmte und auf die Seite

605.

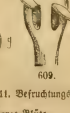
606

610.

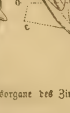
611.



608.



609.



607.

605—611. Befruchtungsorgane des Zimmtbaumes (Laurus cinnamomum).

605. Ganze Blüte.

606. Ihr Horizontalschnitt.

607. Die Nämliche senkrecht geschnitten: — *e* Kelch — *ef* fruchtbare Staubgefäße — *es* unfruchtbare Staubgefäße — *o* Eierstock mit seinem einzigen Fache und hängendem Eichen — *s* Griffel und Narbe.

608. Abgesondertes Staubgefäß — *f* Staubfaden mit zwei drüsigen Körpern *gg* an der Grundfläche — *a* Anthere.

609. Anthere besonders von der Seite gesehen und in dem Augenblicke, wo sie sich öffnet.

610. Frucht mit dem bleibenden Kelche.

611. Die Nämliche ohne Kelch und senkrecht geschnitten: — *p* Fruchthülle — *t* Decke des Samenkorns — *e* Embryo.

612.

einer mehligen Samenhülle geworfene Embryo sein Würzelchen nach oben, d. h. nach entgegengesetzter Richtung mit dem Befestigungspunkte (Fig. 614). Das Mehl dieser Samenhülle wird zur Nahrung des Menschen und der Thiere in dem Buchweizen (Polygonum fagopyrum) und einigen andern Arten angewandt. Man ißt auch die Blätter und die jungen Triebe verschiedener Arten Sauerampfer (Rumex) und Rhabarber (Rheum). Das sehr reichliche Vorkommen der Oxalsäure theilt mehreren unter ihnen eine angenehme Säuerlichkeit mit. Andere Stoffe aber,

613.

614.

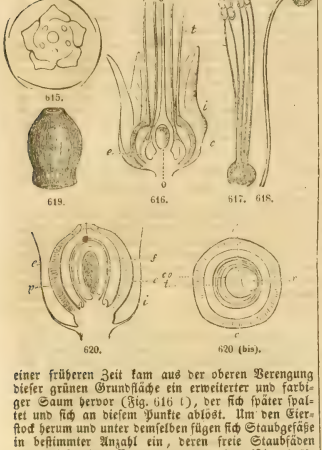
612. Blüte des Buchweizen (Polygonum fagopyrum), senkrecht geschnitten: — *e* Kelch — *ee* äußere und einwärts gekehrte Staubgefäße — *ei* innere und auswärts gekehrte Staubgefäße — *a* drüsige Anhängsel — *o* Eierstock mit seinem aufrechten Eichen *g* — *s* Griffel und Narben.

613. Ihr Horizontalschnitt: — *a* Achse.

614. Senkrecht geschnittenes Samenkorn.

und demnach andere Eigenschaften, finden sich in den Wurzeln, in welchen sich eine harzige, eine gummichte und eine adstringirende Materie vereinigen. Daher rühren unleidbar ihre so bekannte, abführende und zu gleicher Zeit tonische Eigenschaften, besonders in der Rhabarber.

§. 780. Sechstens: die Nyctagineen. Wir haben (§. 530, Fig. 427) die Frucht und das Samenkorn der Mirabilis jalapa, den Typus dieser Familie, kennen gelernt; wir haben gesehen, daß die Grundfläche des verhärteten Kelches dasselbe umgibt und einen Theil von ihm auszumachen scheint (Fig. 620). Zu



einer früheren Zeit kam aus der oberen Verengung dieser grünen Grundfläche ein erweiterter und farbiger Saum hervor (Fig. 616 b), der sich später spaltet und sich an diesem Punkte ablöst. Um den Eierstock herum und unter demselben fügen sich Staubgefäße in bestimmter Anzahl ein, deren freie Staubfäden durch diese obere Verengung durchgehen (Fig. 616), ohne, trotz dem Anscheine, mit derselben, zu verwachsen, und zweifächerige Antheren tragen. Das Eichen ist einzig und aufrecht (Fig. 615 o), wie das Samenkorn, dessen Embryo, der um eine mehlige Samenhülle gerollt ist, sein Würzelchen nach unten gegen den Befestigungspunkt hinkehrt. Wir erwähnen die abführenden Eigenschaften der Wurzeln aus dieser Familie nur wegen der Meinung, die sich auf diese Kenntniß gründete, nach welcher der weiter oben angeführten der Ursprung, und demnach der specifische Name der Jalapa fälschlich beigelegt wurde.

615—620. Befruchtungsorgane der Mirabilis jalapa.

615. Horizontalschnitt der Blüte.

616. Unterer Theil der senkrecht geschnittenen Blüte: — *i* Hülle — *e* grüne und um den Eierstock gewölbte Grundfläche des Kelches — *t* Theil seiner farbigen Röhre — *c* unterer Theil der Staubfäden — *s* Theil des Griffels — *o* Eierstock mit seinem aufrechten Eichen

617. Staubgefäße mit der Wölbung an der Grundfläche ihrer Staubfäden.

618. Griffel und Narbe.

619. Frucht, welche von der bleibenden und verhärteten Grundfläche des Kelches eingehüllt ist.

620. Die Pflanze senkrecht geschnitten: — *i* Hülle — *e* Kelch — *f* Fruchthülle — *p* Samenhülle — *c* Embryo.

620 (bis). Horizontale Schnitte derselben: — *e* Kelch — *i* Decke des Samenkorns mit der Fruchthülle — *p* Samenhülle — *r* Würzelchen — *co* Keimlappen.

Vielblumenblättrige Dikotyledonen.

§. 781. Jussieu, der auf sie seine aus den drei Einfügungsarten genommene Eintheilung anwandte, theilte sie in oberblumenblättrige (epipetalées), unterblumenblättrige (hypopetalées) und umblumenblättrige (péripetalées) ein. Wir werden diese Eintheilung mit einigen unbedeutenden Modifikationen annehmen und die epigynischen mit den perigynischen verschmelzen; weil bei der sehr kleinen Zahl von Familien, worauf die erste von diesen Klassen besteht, die Einfügung der Staubgefäße auf dem Umriß einer Scheide, welche zwar den Gipfel des Eierstockes deckt, die sich aber auf der andern Seite mit dem Kelche verbindet, wirklich zweideutig ist; sodann wollen wir damit anfangen, ohne auf die Einfügung Rücksicht zu nehmen, eine kleine Gruppe von Familien abzusondern, die sich an die vorhergehenden durch ein ganz eigenthümliches Kennzeichen anknüpfen, nämlich durch die Struktur jener Samenkörner mit mehliger Samenhülle, die von dem Embryo umgeben ist (Fig. 625), und welche auf einem centralen Mutterkuchen stehen (Fig. 624, 2). Vielleicht dürften wir sogar auch dieses letzte Kennzeichen aus der Acht lassen, und mit dieser Gruppe, trotz ihrer wandständigen Mutterkuchenstellung zwei andere Familien in Verbindung bringen, die eine (die Ficoiden), wo der bogenförmig gekrümmte Embryo auf der Seite einer mehligen Samenhülle einen Halbring bildet; die andere (die Cacteen), welche die erstere nach sich ziehen würde, ob sie gleich keine Samenhülle hat, aber durch die gewöhnliche Krümmung ihres Embryo ein ähnliches Streben verräth.

Familien. Tab. VII.

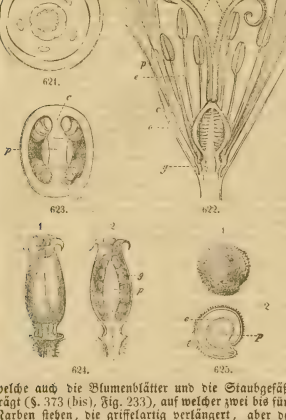
Vielblumenblättrige

mit wandständiger Mutterkuchenstellung und mehliger, von dem Embryo umgebener Samenhülle.

Staubgefäße	perigynisch	oft auf zwei reduzirte Kelchblätter; keine Nebenblätter; gewöhnlich fleischige Pflanzen	Portulaceen.
		gleiche Anzahl der Kelch- und der Blumenblätter; trockenhäutige Nebenblätter; gewöhnlich trockene Pflanzen	Paronychieen.
	hypogynisch	4—5 Kelchblätter und ebenso viele Blumenblätter; gew. trockene Pflanzen	Caryophylleen.

Die Einfügung scheint in dieser Gruppe, sowie das Vorkommen der Blumenblätter wenig Wichtigkeit zu haben, denn es kommen in der ersten Familie einige hypogynische Pflanzen, in der letzten einige perigynische Gattungen vor, einige blumenblattlose in allen beiden, und was die Paronychieen anbetrifft, so kann man sagen, daß sie nur Scleranthees mit dem Hinzukommen einer Korolle sind. Bisweilen sehen wir in der nämlichen Gattung, weit mehr in der nämlichen Art, daß hier die Blumenblätter fast ohne Unterschied vorkommen oder fehlen. Indessen bilden alle zusammen eine so unbestreitbar natürliche Gruppe, daß alle Schriftsteller sich darin vereinigen, sie anzunehmen. Man bemerkt unter ihnen keine auffallende Eigenschaft, keine nützliche Pflanze, außer daß man die fleischigen Blätter einiger Portulaceen, vorzüglich des Portulaks, der ihr zum Typus dient, gekocht ißt.

Caryophylleen. — Zu den Kennzeichen der Mutterkuchenstellung, über deren Natur wir uns anderswo ausgesprochen haben (§. 492), und des Samenkorns fügen wir noch die folgenden bei: benagelte Blumenblätter, Staubgefäße in doppelter Zahl, die, welche ihnen gegenständig sind, bisweilen mit ihnen an der Grundfläche verwachsen, Eierstock, der oft auf einer säulenförmigen Achse erhöht steht,



621. 623. 622. 624. 625.

welche auch die Blumenblätter und die Staubgefäße trägt (§. 373 (bis), Fig. 233), auf welcher zwei bis fünf Narben stehen, die griffelartig verlängert, aber der ganzen Länge ihrer inneren Fläche nach mit Papillen bedeckt sind (Fig. 622 s); Kapsel (Fig. 624) mit eben so vielen Klappen, wovon sich jedoch jede selbst in zwei spaltet; alle Arten sind krautartige Pflanzen, welche sehr selten eine etwas holzige Consistenz annehmen. An ihren gewölbten Knoten sind zwei einfache und ganze Blätter gegenständig. Einige Schriftsteller verweisen zu den Paronychieen die Gattungen der Minoriäe, wo sie von Nebenblättern begleitet sind.

621. Horizontalschnitt der Blüte von der Alsine media.
622 Schnitt der Blüte von Dianthus caryophyllus — c Kelch — p Blumenblätter, die an der Grundfläche mit den gegenständigen Staubgefäßen verwachsen sind — e Staubgefäße — g Stempelträger — s Eierstock — s Griffel, die mit der weichwarzigen Narbe länge ihrer ganzen inneren Fläche bedeckt sind.
623. Horizontalschnitt ihres sehr jungen Eierstocks, wenn er noch in zwei Fächer durch die Scheidewände e getheilt ist, welche später verschwinden und um die Samenkörner zu tragen, den centralen Theil oder Mutterkuchen z zurücklassen.
624. Kapsel des Schwarzkümmels (Agrostemma githago) im Augenblicke des Aufspringens, durch welches sich die Fruchthülle bloß an den Gipfel in mehrere Klappen theilt; — l ganz — 2 lenkrecht geschnitten, so daß sie ihre Samenkörner g zeigt, welche in einem centralen Bauche auf dem Mutterkuchen p gruppirt sind.
625. Samenkorn; — 1 ganz — 2 senkrecht geschnitten — t Decke — e Embryo — p Samenhülle.

Hypogynische Vielblumenblättrige.

§. 782. Wir werden sie nach der wandständigen oder achsenständigen Mutterkuchenstellung unterabtheilen: in die erste Kategorie werden wir die Früchte bringen, die aus Karpellen bestehen, die entweder an ihren Rändern oder an ihren zu unvollständigen Scheidewänden zurückgebogenen Seiten verwachsen sind; in die zweite die Früchte, wo die zurückgebogenen Früchte eines jeden Karpells ein abgesondertes Fach bilden, sei es nun, daß es von den andern als abgesondertes Karpell vereinzelt bleibe, oder daß es seitwärts mit denselben zu einem mehrfächerigen Eierstocke verwachse. Alle Früchte mit nicht verwachsenen Karpellen gehören also in diese letztere, selbst in dem Falle, wo die aufrechten oder von dem Boden des Fachs herabhängenden oder sogar auf seinen Wänden zerstreuten Eichen nicht an dem inneren Winkel befestigt zu sein scheinen. Unsere Eintheilung kann demnach folgende Ansicht erhalten: 1) einfacheriger Eierstock mit mehreren Mutterkuchen; 2) mehrfächeriger Eierstock oder abgesonderte Karpelle.

Hypogynische Vielblumenblättrige mit wandständiger Mutterkuchenstellung.

§. 783. Die Mutterkuchen begränzen bald die Klappen der Frucht und sind demnach mit denselben wechselständig, bald nehmen sie die Mitte ihrer Länge ein und sind mit ihnen gegenständig. In einigen Fällen, wo die Frucht nicht aufspringend ist, erlauben es die andern Kennzeichen, welche aus dem Baue des Samenkorns genommen sind, den Mangel von diesem zu ergänzen.

(Man sehe Tabelle VIII.)

§. 784. Unter diesen Familien führen wir die Violarieen mit Blüten an, mit fünf Kelchblättern, Blumenblättern und Staubgefäßen; die Früchte der Antheren stehen auf einem starken Connectiv, das sich über ihnen in eine Spitze verlängert und die Antheren verwachsen diesweilen unter sich in eine Art Röhre, die auf dem Eierstocke liegt. Der Griffel ist einfach, schief und endigt sich in eine geneigte, dicke und in ihrer Mitte durchbohrte Narbe (Fig. 181); die Frucht ist eine dreiklappige Kapsel. Man unterscheidet zwei Zünfte nach den regelmäßigen Blüten in den Alsodineen und den unregelmäßigen in den Violeen, welche die zahlreichern sind. Wir haben ein Beispiel von der Unregelmäßigkeit gegeben, welche als-

Familien. Tab. VIII. Vielblumenblättrige hypogynische Pflanzen

mit wandständiger Mutterkuchenstellung.

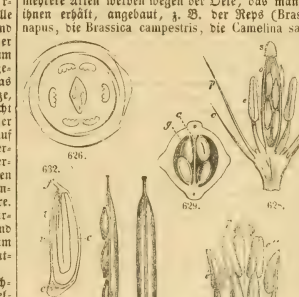
Mutterkuchen	gegenständig mit den Klappen . . . . . 1.			
	wechselständig . . . . . 2.			
1. Embryo	in der Achse einer Samenhülle, der er beinahe gleich ist;	bestimmt	Griffel 2-3spaltig; keine Afterblätter; Regelm. Blüten; Anther. einwärts	Frankeniaceen.
			Griffel einfach; Kreiblatter; regelmäßige Blüten; Antheren auswärts	Sovagesieen.
			Mehrere Griffel; keine Afterblätter; regelm Blüten; Antheren auswärts	Droseraceen.
			Griffel einfach; afterblätter; Blüten gewöhnlich unregelmäßig; Antheren einwärts	Violarieen.
		unbestimmt.	Embryo gegenläufig, gekrümmt	Cistineen.
			gleichläufig, gerade	Bixaceen.
	sehr klein, am Ende mit einer dicken geraden Samenhülle versehen;		5 Blumenblätter und ebenso viele Staubfäden	Pittosporeen.
2. Embryo	entblößt von der Samenh., gerade, gegenläufig;		3 Klappen; 3 dütchfurt. Samenkörner; Staubgef. gleich oder doppelt soviel als Blumenblätter	Tamariscineen
	entblößt von der Samenh., auf sich selbst gebogen;	Blüten	unregelm.; Staubgef. bestimmt od. unbest.; Kapsel an der Spitze auseinander klaffend	Resedaceen.
			regelm.; Kelch- und Blumenblätter 4; Staubgef. unbestimmt; Kapsel oder Beere	Capparideen.
			bestimmt, polymorph; Schote	Cruciferen.
	sehr klein, am Ende mit einer dicken geraden Samenhülle versehen;	Blüten	unregelmäßig; Kelchblätter, Blumenblätter, Staubgefäße bestimmt, Placentarien, 2 und ihre Bielachen; Kräuter mit wässerigem Saft	Fumariaceen.
			regelmäßig; Kelchblätter und Blumenblätter, 2 und ihre Vielfachen; Staubgefäße unbestimmt; Kräuter mit milchigem oder gefärbtem Safte	Papaveraceen.

dann zwei von den Staubgefäßen zeigen (Fig. 347). Die Wurzeln in dieser Familie haben ziemlich häufig erbrechenerregende Eigenschaften und darum sind mehrere von denselben aus dem südlichen Amerika unter dem Namen Ipecacuanha bekannt und verkauft.

§. 785. In den Cistineen sind die Blüten regelmäßig, mit Ausnahme des Kelchs, dessen zwei äußere Blättchen oft kürzer als die andern sind; die Staubgefäße sind unbestimmt; die Mutterkuchen, deren es drei, aber auch fünf, wohl sogar zehn gibt, bilden einen Vorsprung in das Innere des Faches, und die unvollkommenen Scheidewände, die sie begrenzen, können so weit hineinragen, daß sie sich in einer größeren oder geringeren Höhe gegen den Mittelpunkt hin begegnen und auf diese Weise die Höhlung in eben so viele Halbfächer eintheilen. Man konnte es sich nicht leicht denken, wie sich in den Eichen das Keimloch, das sich an dem, dem Nabel entgegengesetzten Endpunkte befindet, für die Befruchtung mit den Mutterkuchen, mit welchen sie überdies nur durch einen sehr langen Nabelstrang verbunden sind, in Verbindung setzen konnte: wenn man das Innere des Eierstockes um diese Zeit untersucht, so sieht man, wie sich die Pollenröhren, welche durch das leitende Gewebe an seine Oberfläche gekommen sind, verlängern und in dem leeren Fache herabhängen und auf diese Weise dem Keimloche entgegengehen, das sie endlich antreffen. Mehrere von den krautartigen oder strauchartigen Arten aus dieser Familie sind mit einem harzigen Ueberzuge bedeckt; dieser liefert in dem Cistus creticus die balsamische Substanz, die unter dem Namen Ladanqummi bekannt ist.

§. 786. Wir erwähnen hier der Birineen nur wegen des Färbestoffes, der unter dem Namen Orleans so bekannt ist und den die breiartige Hülle des Samenkorns von der Bixa orellana liefert, und welcher von Natur roth, durch die Einwirkung der Alkalien goldgelb wird; der Reseda ceae nur um deren willen, welche, unter dem Namen Wau, gewöhnlich zum Gelbfärben gebraucht wird, und das Produkt einer auf unsern Feldern gemeinen Pflanze, der Reseda luteola, ist. Mit Bedauern, uns nicht bei der unregelmäßigen und interessanten Blüte dieser letzteren Familie verweilen zu können, wollen wir auf die gipfelständige Entfernung der Wände ihres Eierstocks aufmerksam machen, welche die Höhlung derselben offen läßt, gleichsam als ob das Verwachsen der mit Karpellen versehenen Familien, das gewöhnlich so vollständig ist, unterwegs stehen geblieben wäre. Die oft auch in ihrer Unregelmäßigkeit so merkwürdige Blüte der Capparideen wäre der Gegenstand unserer Untersuchung, wenn es uns nicht an Raum gebräche: die Kapern sind die Knospen aus der Gattung Capparis, die ihnen zum Typus dient.

§. 787. Cruciferen. — Vier kreuzförmige Kelchblätter, vier Blumenblätter, die mit ihnen wechselständig sind (Fig. 284), sechs tetradynamische Staubgefäße, die auf oder innerhalb vier Drüsen eingefügt sind, deren Ganzes eine hypogynische Scheibe bildet (Fig. 627), ein Eierstock mit zwei wandständigen Mutterkuchen, eine Schote (Fig. 630, 631) zur Frucht und Samen ohne Samenhülle, dies sind die Kennzeichen, welche leicht und sicher diese so natürliche und in unserem Lande so verbreitete Familie erkennen lassen. Wir haben die Schote (§. 525, Fig. 426) mit ihrer Scheidewand, die von den andern so verschieden ist, erklärt, indem wir das gleichzeitige Vorhandensein zweier gewöhnlich unverträglicher Merkmale, die wandständige Mutterkuchenstellung und die Mehrheit der Fächer angaben (Fig. 629, 632, 633); wir haben die verschiedenen Arten gesehen, nach welchen sich das Würzelchen über die Kotyledone umschlägt (Fig. 472, 473, 469, 482). Die Arten sind fast ohne Ausnahme krautartig; ihre Blätter wechselständig und ohne Nebenblätter; ihre Blüten weiß oder gelb, selten röthlich. Sie sind dadurch merkwürdig, daß in ihren Geweben eine große Menge Stickstoff und ein wesentliches Oel vorkommen; dem ersteren verdanken sie ihre nährenden Eigenschaften, wovon die zahlreichen Kohlarten das beste Beispiel liefern, aber auch die Leichtigkeit, mit welcher sie in Fäulniß übergehen und den verpesteten und thierischen Geruch, den sie bei der Ammoniakbildung ausbauchen. Der zweiten verdanken sie stimulirende Eigenschaften, die in dem Senfe so stark vortreten, und welche, schwächer und überdies durch einen zuckerhaltigen Stoff gemäßigter, den Werth gewisser Wurzeln, des Rettigs und der Rübe, ausmachen. Diese Abnahme, welche natürlicherweise aus ihrem Aufenthalte unter der Erde und gegen das Licht geschützt hervorkommt, erzeugt man künstlich in äußeren Theilen: man läßt sie fehlschlagen, z. B. in dem Blütenstande des Blumenkohls; man bedeckt ihre jungen Triebe, z. B. in der Meerwinde, oder man wählt nur die inneren Blätter der Knospen, z. B. in dem Kopfkohle. Die Medizin benützt diese aufreizende Eigenschaften und bedient sich derselben, um den Organen in gewissen schwächenden Krankheiten, besonders dem Scorbute, Ton zu geben. Die Cruciferen sind überhaupt in einem vorzüglich hohen Grade und auf eine so allgemeine Weise antiscorbutisch, daß auf einer berühmten Reise die Schiffsmannschaft, welche von dieser Krankheit angegriffen war, vermittelst einer neuen und noch unbekannten Pflanze geheilt wurde. Diese Pflanze wurde von dem Botaniker Forster, einem der Gefährten Cooks, als eine Crucifere erkannt, aus diesem Grunde versucht, und hatte einen glücklichen Erfolg. Die Embryonen sind ölig und mehrere Arten werden wegen der Oele, das man aus ihnen erhält, angebaut, z. B. der Reps (Brassica napus, die Brassica campestris, die Camelina sativa.



626—633. Befruchtungsorgane einer Cruciefer des Erysimum murale.
626. Horizontalschnitt der Blüte.
627. Blüte ohne ihren Hüllen; — c Narben von dem Abfallen der Kelchblättchen — p Drüsen, welche der Einfügung der Staubgefäße begleiten — e' die beiden kürzeren Staubgefäße — e'' die langeren Haare der Staubgefäße — p Pistill.
628. Senkrechter Schnitt der Blüte: — c Kelch — p Blumenblätter — e Staubgefäße — o offener Eierstock — s Narbe.
629. Horizontalschnitt des Eierstocks: — c Scheidewand g Eichen.
630 Schote
631. Dieselbe, wovon eine Klappe weggenommen worden ist, um die an dem Rahmen befestigten Samenkörner zu zeigen.
632. Senkrechter Schnitt des Samenkorns: — f Nabelstrang — t Decke, an dem Nabelflecke gewöhnt — r Würzelchen — c Kotyledonen.
633. Horizontalschnitt des Samenkorns: — t Decke — r Würzelchen — c aufsteigende Kotyledonen.

§. 788. **Papaveraceen.** — Wir finden hier in der Blüte die Theile, die sich abwechselnd kreuzen: den Kelch mit zwei hinfälligen Kelchblättern (ausnahmsweise mit drei), vier Blumenblätter oder das Vielfache derselben; die Staubgefäße in doppelter oder gewöhnlich in vielfacher Zahl und alsdann büschelweise den Blumenblättern gegenständig. Der Griffel ist kurz oder Null, die Narben sind zwei oder mehrere, und wir haben in diesem letzteren Falle gesehen, wie sie die schildförmige und strahlende Anordnung annehmen (§. 500, Fig. 397). Die Frucht zeigt im Innern eben so viele Mutterkuchen, welche in Gestalt von unvollständigen Scheidewänden hervorragen, und spaltet sich zur Zeit der Reife in eben so viele Klappen, vollständig oder auch wohl bloß an dem Gipfel, welcher mit dem narbentragenden Schilde versehen, in seinem Umrisse einen Kreis von Oeffnungen zeigt, durch welche die Samenkörner entweichen. Diese sind außerordentlich zahlreich, mit einem sehr kleinen Embryo gegen den Endpunkt einer großen fleischig-ölichten Samenhülle hin. Die Stämme sind gewöhnlich krautartig, die Blätter wechselständig, und alle beide strotzen von einem eigenthümlichen, gewöhnlich milchigen Safte, der selten eine andere Farbe hat. Dieser Saft hat sehr ausgezeichnete Eigenschaften; die einen entspringen aus einer großen Schärfe, die man z. B. in dem Safte des Schöllkrautes nachweisen kann, und welche die Ursache ist, daß man die Wurzeln mehrerer Papaveraceen als abführend oder erbrechenerregend anwendet; die anderen sind narkotisch und vorzüglich in dem Mohne bekannt; sie rühren von mehreren Alkaloiden her, welche ihr Saft mit sich führt, das Meconin, das Codein, das Narkotin und besonders das Morphin; diese Substanzen, nebst noch vielen anderen, bilden das Opium, das nichts anderes ist, als dieser verdickte Saft, nachdem er aus den Kapseln und ihren Blütenstielen, wo er reichlicher als anderswo ist, ausgezogen wurde. Diese Stoffe finden sich nicht in dem Samenkorn, aus welchem man ein Oel gewinnt, welches lange Zeit wegen seines Ursprunges verdächtig war, das aber als unschädlich erkannt und in den Handel gebracht wurde, und vorzüglich dazu dient, das Olivenöl zu verfälschen; es ist bekannt unter dem Namen Mohnsamenöl.

§. 789. Wir führen hier eine kleine Mittelgruppe unter den vielblumenblättrigen an, nämlich unter denen, welche die wandständige Mutterkuchenstellung haben, und denen, wo sie achsenständig ist, denn diese Gruppe zeigt beide zu gleicher Zeit. Sie unterscheidet sich aber von den übrigen durch das fleischige Säckchen, das ihren Embryo umgibt und das von einer inneren Samenhülle gebildet ist, welche gewöhnlich eine äußere, in eine mehlige Masse gewölbte, seltener frei stehende oder vereinzelte, begleitet.

Familien. Tab. IX.

Embryo in einem besonderen Sacke — Frucht . . einfächerig, vielsamig. — Große, mehlige Samenhülle . . . . **Nymphaeaceen.**
Embryo in einem besonderen Sacke — Frucht . . in eine fleischige Scheide vereint. 1—2 hängende Eichen. — Keine Samenhülle . . . . **Nelumbonaceen.**
Embryo in einem besonderen Sacke — Frucht . . aus mehreren Karpellen bestehend. auf einem schwach erweiterten Fruchtboden 2—3 an dem inneren Winkel befestigte Eichen. — Fleischige Samenhülle . . **Cabombaceen.**

Nymphaeaceen. — Wir kommen hier nicht mehr auf diese Familie zurück, deren Typus, der weiße Nenuphar, uns schon mehrere Male beschäftigte (§. 356, 560, Fig. 223, 452). Die Samenkörner, deren Bau durch das Dasein einer inneren Samenhülle, welche einen kleinen Sack um den Embryo herum bildet, merkwürdig ist, können durch die Masse der äußeren oder mehligen Samenhülle, zu welcher man bisweilen zur Zeit des Mangels Zuflucht genommen hat, einige Dienste erweisen. In dem südlichen Amerika ißt man auf diese Weise und kennt unter dem Namen Wassermais die Samenkörner einer anderen Nymphaeace, der schönsten unter allen diesen schönen Blüten, und welche man deßwegen für würdig gehalten hat, der Königin von England unter dem Namen Victoria regia zu weihen. Die Blätter und die Blüten dieser verschiedenen Pflanzen schwimmen auf den stehenden Wassern, unter welchen sich ihre kriechenden Stengel verbergen, die gleichfalls reich an Stärkemehl sind, das zur Nahrung dient, aber vermittelst eines vorläufigen Waschens, wodurch daßelbe von den bitteren Grundstoffen befreit wird, welche mit demselben verbunden sind.

Die **Cabombaceen** leben gleichfalls in dem Wasser, so wie der Nelumbo, dessen sonderbare Frucht mit ihren eiförmigen auf eine breite fleischige Fläche vertheilten, und halb eingetieften Karpellen auf fast allen chinesischen Bildern, sowie ihre Blüten und Blätter abgebildet gesehen worden können. Man ißt auch ihre Rhizome und ihre Frucht; in ihren Samen ergänzen die mehlig gewordenen Kotyledonen die fehlende Samenhülle.

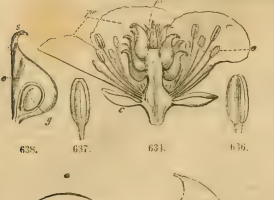
Hypogynische Vielblumenblättrige mit achsenständiger Mutterkuchenstellung.

§. 790. Da die Familien, welche dieses dreifache Merkmal an sich tragen, äußerst zahlreich sind, so wollen wir suchen, sie ihrerseits in mehrere Sektionen abzutheilen, und der Bau des Samenkorns wird uns eine erste Eintheilung liefern. Der Embryo ist nackt unter den Decken, oder er ist von einer Samenhülle umgeben, welcher er beinahe an Länge gleich kommt, oder er ist weit kürzer, als sie, an ihrem äußersten Ende eingebettet. Wir wollen aber darauf aufmerksam machen, daß, wenn dieses letzte Kennzeichen einen wirklichen Werth hat, die beiden anderen einen weit geringeren zu haben scheinen. Wenn die Masse der Samenhülle nicht verhältnißmäßig weit beträchtlicher als der Embryo ist, so scheint sie für die Klassifizirung einen großen Theil ihrer Wichtigkeit zu verlieren, sie geht durch unmerkliche Abstufungen von dem Mehr zu dem Wenigen über, und verschwindet sogar ganz in augenscheinlich sehr verwandten Pflanzen. Daher werden wir uns auch bisweilen in unseren Tabellen auf zwei Wegen zu der nämlichen Familie gewöhnlich, zwar zu verschiedenen Zünften, geführt sehen.
(Siehe Tabelle X.)

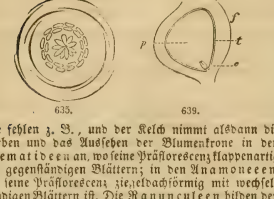
§. 791. **Ranunculaceen.** — Für diejenigen, welche sich einen deutlichen Begriff von einer Familie machen wollen, gibt diese einen ganz vortrefflichen Gegenstand des Studiums ab, und dies um so mehr, als sie gewissermaßen allen Arbeiten Jussieu's zur Grundlage diente, dem ihre Untersuchung den ersten Begriff, über die natürliche Klassifizirung der Pflanzen verschaffte. Ein Kelch von fünf Blättchen, fünf wechselständige Blumenblätter, Staubgefäße von unbestimmter Zahl, frei auf einem ebenen oder hervorragenden Torus, an dessen Grundfläche sie eingefügt sind (Fig. 634 c), mehrere unabhängige Karpelle (Fig. 634 pi), bald nicht auffspringend und einsamig, bald auffspringend und vielsamig; Samenkörner, wo der kleine Embryo nach der Nabelseite gegen das äußerste Ende einer großen hornartigen Samenhülle eingebettet ist, dies sind ihre allgemeinen Kennzeichen, dies ist der Typus, dessen Abweichungen man in einer gewissen Zahl von Gattungen verfolgen kann, in den einen, wo die Zahl fünf der Theile der Zahl drei weicht, in den anderen, wo die Blumenblätter ihre Gestalt verändern, indem sie in kleine Plättchen oder Tuten verwandelt werden, oder sogar ganz fehlen.

Familien. Cnd. X. Vielblumenblättrige hypogynische Pflanzen

mit winkelständiger Mutterkuchenstellung.



638. 637. 634. 636.



635. 639.

Sie fehlen z. B., und der Kelch nimmt alsdann die Farben und das Aussehen der Blumenkrone in den Clematideen an, wo seine Präfloreszenz klappenartig mit gegenständigen Blättern; in den Anamoneen, wo seine Präfloreszenz ziegeldachförmig mit wechselständigen Blättern ist. Die Ranunculeen bilden den weiter oben beschriebenen Typus mit Achänen, welche ein einziges aufrechtes Samenkorn enthalten (Fig. 638, 639), während es in den beiden vorhergehenden Zünften hängend war. Die Helleboreen haben vielsamige Balgfrüchte mit zusammengerollten Blumenblättern. In allen diesen Pflanzen endigten sich die Staubgefäße in verwachsene und auswärts gekehrte Antheren (Fig. 634); sie werden aber einwärts gekehrt in den Päonieen, deren Frucht aus mehreren aufspringenden oder nicht aufspringenden und mehrere Samen enthaltenden Karpellen besteht. Wir haben an einem Beispiele, das aus dieser Familie genommen ist, das aber hier eine Ausnahme bildet, gesehen (§. 487), wie man fiufenweise von den freien Karpellen zu einem einzigen und vielfächerigen Eierstock übergehen könne. Sie zeigt uns überdies aus all den vorhergehenden, wie gewisse Kennzeichen in einer sehr natürlichen Gruppe modifizirt werden können, welche diejenigen hingegen sind, die sich am unveränderlichsten zeigen, sie lehrt uns ihre Unterordnung kennen, indem sie die Wichtigkeit des Samenkorns darthut, und einen höheren Rang den Verhältnissen der Lage oder des Verwachsens der Theile, als ihrer Zahl anweist. Die Ranunculaceen sind meistens krautartige Pflanzen, einige gewöhnlich kletternde Sträucher. Die mit keinen Nebenblättern versehenen Blätter sind bisweilen einfach und sogar auf Blattfiederblätter reduzirt, ihr Saum aber ist gewöhnlich mehr oder weniger tief gelappt. Der dem Anschein nach wässerige Saft ist äußerst scharf und ätend; die Stoffe, denen er diese Eigenschaft verdankt, scheinen äußerst flüchtig zu sein, daher sind sie auch in den Wurzeln weit energischer, als in den äußeren Theilen, wo er sich in die Luft oder das umgebende Wasser verliert, obgleich diese an gewissen Punkten sie in einem sehr hohen Grade zeigen, wie z. B. die Eisenhütchen, in deren Blüten die Bienen, wie man sagt, die Materialien zu einem vergifteten Honig geholt haben, wie verschiedene Hahnenfüße und Anemonen, deren Blätter zu gewissen Zeiten und in gewissen Ländern wegen ihrer Wirkung auf die Haut, als Blasenpflaster gebraucht wurden. Daher der Name Bettlerkraut, welcher den Clematisarten gegeben wurde, womit sich die Bettler reiben, um auf ihrem Körper oberflächliche und vorübergehende Geschwüre zu erzeugen. Die in dem Alterthume so gerühmte Nießwurz wirkt als ein heftiges Abführungsmittel. In den Samenkörnern kommt dieser scharfe Grundstoff vor, aber mit einem aromatischen Stoffe vermischt, weßwegen sie auch bisweilen von dem Volke als Gewürze wie Pfeffer benützt wurden, namentlich die des Delphinium staphysagria, wo sich überdies ein besonderes Alkaloid, das Delphin, befindet.

§. 792. Die Zahl fünf kommt auch in der Blüte der Dilleniaceen vor, sie wird aber von der Zahl drei in den Magnoliaceen, von denen wir schon zu sprechen Gelegenheit gehabt haben (§. 358, 386, Fig. 224) und wo man zu gleicher Zeit sieht, daß sich die Quirle der Blumenblätter vervielfältigen, in den Anonaceen ersetzt, wo man sie bloß sich verdoppeln sieht. In allen diesen Familien findet man die verwachsenen Staubgefäße, die sich gewöhnlich auswärts oder an der Seite öffnen, den kleinen Embryo an dem Endpunkte einer großen Samenhülle wieder, aber eine Konsistenz und Gestaltung, die von dieser verschieden ist. Die beiden letzteren haben ähnliche Eigenschaften, einen aromatischen Grundstoff, der zur Verfertigung des Anaswassers von Bordeaux aus den Früchten der Badiana, welche im gemeinen Leben unter dem Namen Sternanis bekannt ist, gezogen wird und welcher gewöhnlich mit einem gewissen Grad von Bitterkeit vermischt, den Rinden der Drymis und anderen eine gewisse tonische Kraft verleiht, die man bei einigen mit der Chinarinde verglichen hat. Dieses Arom, das in einem zuckerhaltigen Schleime verbreitet ist, macht die Früchte gewisser Anonen eßbar und sehr beliebt.

§. 793. Wir bemerken noch neben der nackten Frucht die Zahl drei in den Berberideen, sowie in den Lardizabaleen und vielen Menispermaceen; diese beiden letzten Familien sind innig unter sich verbunden, alle beide haben eingeschlechtige Blüten durch Fehlschlagen; die ersten enthalten in jedem ihrer Karpelle eine große Menge auf den seitenständigen Wänden zerstreuter Eichen, die zweiten ein einziges gekrümmtes an der Seite befestigtes Eichen. Die letzte Familie aber unterscheidet sich von allen bisher angeführten durch die Entwicklung, die ihr Embryo in Beziehung auf die Samenhülle, der er beinahe gleich kommt, zu nehmen anfängt. Ihre kletternden Stämme sind durch die Bildung ihres Holzes merkwürdig, dessen Gürtel, die durch eben so viele Zellengürtel getrennt sind, durchaus nicht der Reihenfolge der Jahre entsprechen; sie sind vollkommen derjenigen ähnlich, welche wir (Fig. 110) beschrieben und abgebildet haben, mit dem Unterschiede jedoch, daß die kleinen Bastbüschel sich nur in einem einzigen Gürtel, dem innersten, zeigen. Die Wurzeln mehrerer Arten sind bitter und tonisch, namentlich die, welche unter dem Namen Colombo bekannt ist, und sie werden demnach in verschiedenen fremden Ländern als fiebervertreibend angewandt. Die Früchte sind oft narkotisch und darum wird eine von ihnen, die Kokoskörner (Cocculus indicus), zu jenem verbotenen Fischfange angewandt, wo man nur den Fisch zu nehmen hat, der ganz betäubt auf der Oberfläche des Wassers schwimmt, in welches man diese Frucht geworfen hat. Man hat in derselben ein

634 — 639. Befruchtungsorgane einer Ranunkel (Ranunculus acris).

634. Senkrecht geschnittene Blüte: — *c* Kelch — *pe* Blumenblätter — *e* Staubgefäße — *pi* Pistill, das aus mehreren Karpellen auf einer verlängerten Achse besteht.

635. Horizontalschnitt der Blüte.

636. Anthere von der äußeren Seite, auf welcher sie sich öffnet, gesehen.

637. Die Nömliche von der inneren Seite.

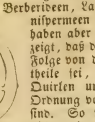
638. Vertikalschnitt eines Eierstockes *o*, welcher das Eichen *y* sehen läßt — *s* Narbe

639. Vertikalschnitt eines reifen Karpells: — *f* Fruchthülle — *t* Decke des Samenkorns — *p* Samenhülle — *e* Embryo.

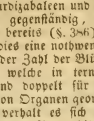
besonderes Alkaloid, das Picrotorin entdeckt, in welchem wahrscheinlich diese Eigenschaft liegt.

§. 794. Die Staubgefäße sind mit den Blumenblättern in den Verbertideen, Lardizabaleen und Menispermeen gegenständig, wir haben aber bereits (§. 386) gezeigt, daß dies eine nothwendige Folge von der Zahl der Blüthentheile sei, welche in ternären Quirlen und doppelt für jede Ordnung von Organen geordnet sind. So verhalt es sich aber nicht mit den Ampelideen oder Piniferen, deren Quirle

641.



642.

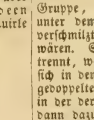


643.

644.

645.

646.



647.

ternär oder quaternär sind, und wo demungeachtet die vier oder fünf Blumenblätter mit den Staubgefäßen gegenständig sind (Fig. 640). Hier entspringt die Gegenständigkeit aus dem Fehlschlagen einer ganzen Reihe von Staubgefäßen, wie dies ihr verkümmertes Dasein in Gestalt von fünf Lappen in der Leea beweist. Der Eierstock, der in der Mitte einer großen drüsigen Scheibe sitzt (Fig. 624), deren Umfang die Staubgefäße trägt, hat auf sich einen einfachen Griffel und Narbe, und innerhalb zwei bis sechs Fächer, an deren unterem Theile sich ein oder zwei Eichen aufrichten (Fig. 643). Er wird zu einer Beere und Jedermann kennt die Samenkörner (Fig. 645), die man in ihrem Inneren findet, unter deren gleichsam holzigen Decke man eine harte Samenhülle antrifft, die noch einmal so lang als der Embryo ist, der ihre gegen den Befestigungspunkt gerichtete Achse einnimmt (Fig. 646). Die Ampeliden sind gewöhnlich kletternde Sträucher; sie haben gewölbte Knoten, die sich entgliedern können, wechselständige, gelappte Blätter, oder an ihrer Stelle gefiederte oder handförmige Blättchen. Wir haben gesehen, wie sich die, diesen Blättern gegenständigen Blütenstände in Quirle verwandeln können (§. 185, Fig. 172). Wir haben die Größe der Gefäße angegeben, welche den Saft, die Kraft und den Ueberfluß desselben (§. 257, 259) in die Stämme fortführen. Einige, die von mehreren Cissus, gleichen durch ihre abwechselnd holzigen und zelligen Gürtel denen der Menispermen; man findet aber in denselben keinen Bast, welcher in der Weinrebe jedes Jahr mit der Rindenschichte ganz abgelöst wird. Ist es nicht überflüssig, an die Produkte zu erinnern, welche der Mensch aus der Weintraube gewinnt? Der reichliche Zucker, der in dem Fruchtmarke mit einer Pflanzensäure verbunden ist, gibt der frischen Frucht ihren angenehmen Geschmack, concentrirt sich in der getrockneten Frucht, theilt den Säften das Gährungsvermögen mit und macht es auf diese Weise möglich, sie in das geschätzteste unter allen geistigen Getränken zu verwandeln.

§. 795. Die Zygophylleen, die Rutaceen, die Diosmeen, die Xanthoxyleen und die Simaruben bilden unter sich eine sehr natürliche Gruppe, die man bisweilen in eine einzige Familie unter dem gemeinschaftlichen Namen der Rutaceen verschmilzt, von welcher sie sodann eben so viele Zünfte wären. Sie sind aber doch in unsern Tabellen getrennt, weil die Samenhülle in den einen fehlt, und sich in den andern entwickelt. Wir sehen, daß diese gedoppelte Struktur bei einer und derselben Familie, in der der Diosmeen, vorkommt; sie dient aber alsdann dazu, um so schärfer abgesonderte Sectionen zu charakterisiren, als die Pflanzen, woraus sie bestehen, verschiedenen Theilen der Erde angehören: die von Neuholland sind mit einer Samenhülle versehen; die aus Afrika, sowie ein Bruchtheil der amerikanischen, die Cuspariеen haben keine; diese sind übrigens durch ihre verschiedenartig um sich selbst und um das von ihnen eingehüllte Würzelchen zusammengelegte Kotyledone sehr merkwürdig. Die Consistenz der Samenhülle der Zygophylleen ist hornartig: es sind Kräuter, gewöhnlicher aber Sträucher oder Bäume mit gegenständigen Blättern, wovon das eine oft weit weniger entwickelt ist, als das andere, und mit bestimmtem Blütenstande. Ihr Holz ist bisweilen außerordentlich hart, wie z. B. in den Guiacs, wo dasselbe nebst der Rinde zusammengelegte Eigenschaften hat, die unfehlbar von einem besondern Grundstoffe, dem Guiacin, herrühren, den man mit einem Harze verglichen hat, obschon er sich durch einige Kennzeichen von demselben unterscheidet. In den drei folgenden Familien, welche gewöhnlich nur durch holzige Bäume repräsentirt werden, findet man fast immer ein sehr reichlich verbreitetes, wesentliches Oel, und seine Gegenwart verräth sich durch die durchsichtigen Punkte, welche man an den Blättern bemerkt, wenn man sie gegen das Tageslicht hält; diese Punkte entsprechen den kleinen Behältern des farblosen, flüchtigen Oeles. Daraus erhellen bei vielen dieser Pflanzen aufreizende Eigenschaften, ein allgemeines Attribut dieser Oele, und ein äußerst starker, aromatischer Geruch, der sich oft weithin verbreitet, wie man sich davon durch die Raute und den weißen Diptam in unseren Gärten und die Diosmeen in unseren Gewächshäusern überzeugen kann. Wenn sich die Seefahrer dem Vorgebirge der guten Hoffnung nähern, so erhalten sie häufig auf offener See wohlriechende Windstöße, deren Entstehen in den zahlreichen Arten aus dieser Familie liegt, welche dieses Land bedecken. In einigen Xanthoxyleen nehmen die Früchte an diesen Eigenschaften Theil, und der ihnen gegebene Name Pfefferbaume zeigt dies hinlänglich an; in andern kommt aber noch ein bitterer Grundstoff dazu, der ihren Rinden eine fiebervertreibende Eigenschaft verleiht, namentlich in der berühmten Angusturarinde (Nicoraea febrifuga).

In den Simarubeen ist dieser letztere Grundstoff allein und vorherrschend, und demnach sind ihre Eigenschaften etwas verschieden, wie dies der medizinische Gebrauch der Simarubarinde und der der Quassia amara beweist. Man hat in denselben das Vorkommen eines harzartigen Stoffes, des Quassins, nachgewiesen.

§. 796. Wir haben die ganz eigenthümliche Frucht der Geraniaceen (§. 520, Fig. 410) kennen ler-

640—647. Berichtigungsfergene der Weinrebe (Vitis vinifera).

640. Horizontalschnitt der Blute

641. Blüte im Längsdurchschnitt der Blütenzeit, welche die Blumenblätter p unten ablöst, während sie oben verwachsen bleiben: — c Kelch — g Drüsen — e Staubgefäße, von denen man bloß die Staubfäden bemerkt.

642. Blüte nach dem Abfallen der Blumenblätter: — g Drüsen — e Staubgefäße — p Pistill.

643. Senkrechter Schnitt der Blüte: — c Kelch — p Blumenblätter — e Staubfäden — o Eierstock mit seinen beiden Fächern und ihren aufrechten Eichen — s Narbe.

644. Frucht.

645. Samenkorn.

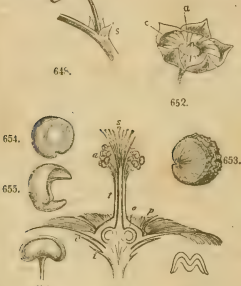
646. Das Nämliche senkrecht geschnitten: — t Decke — p Samenhülle — e Embryo.

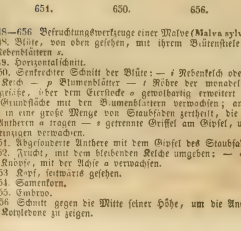
647. Horizontalschnitt desselben nach seiner Mitte hin — t Decke — p Samenhülle.

nen. Die, welche man in den Gärten unter dem Namen Geranium cultivirt, und deren Varietäten man außerordentlich vermehrt hat, gehören alle wirklich zur Gattung Pelargonium, und sind in Südafrika zu Hause.

§. 797. Wir sehen ferner in den Malvaceen ein Beispiel von jenen großen natürlichen Gruppen, welche mehrere Familien vereinigen. Auch die, welche ursprünglich diesen Namen führte, begreift jetzt selbst die Sterculiaceen, die Byttneriaceen, Bombaceen und die eigentlichen Malvaceen unter sich. Diese letztern, die, welche uns am bekanntesten sind, und wovon die Malven und die Eibische uns eine Vorstellung geben können, zeichnen sich durch ihren dicken Kelch mit klappenartiger Präfloreszenz (der übrigens der ganzen Gruppe gemein ist), der sehr oft von außen mit einer Hülle oder einem Nebenkelche umgeben ist (Fig. 573); durch ihre gewöhnlich große, schiefe, umgekehrt herzförmige, nach der Entfaltung sogar gedrehte Blumenblätter; durch ihre Staubgefäße mit Staubfäden, die in einem Theile ihrer Länge in einen Cylinder verwachsen sind, der unten mit der Grundfläche der Blumenblätter verwächst und sich äußerlich in eine mehr oder minder beträchtliche Zahl von Staubfäden zertheilt, wovon sich jeder in eine nierenförmige einfächerige Anthere endigt (Fig. 311, 651), die mit einem Pollen von großen, kugeligen und stacheligen Körnern angefüllt ist; durch ihre Karpelle, die quirlartig um eine große Centralachse in Gestalt einer Säule (Fig. 408, 652) herumstehen, von deren Gipfel die Griffel ausgehen, welche, ausgenommen an ihrem äußersten Ende (Fig. 389, 650 s), mit einander verwachsen sind, und wovon jedes eines oder mehrere Samenkörnchen enthält, in welchen der Embryo ohne Samenhülle sein Würzelchen zwischen seine gefalteten Keimlappen biegt (Fig. 655, 656), aus. Die wechselständigen, mit Nebenblättchen versehenen Blätter sind gewöhnlich mehr oder weniger tief gelappt und alsdann einer Veränderung sehr unterworfen. Die verschiedenen Theile sind in der Regel ganz mit einer schleimigen Substanz geschwängert, welche ihnen die erweichenden Eigenschaften verleiht, durch welche sie berühmt sind. Zu dieser Familie gehören die Gossypium, deren Samenkörner mit jenem Netze von feinen Fasern bedeckt sind, welches die für die Industrie so wichtige Baumwolle bildet.

Die Bombaceen, wovon einige Arten gleichfalls Samenkörner haben, die mit einer Art Plüsch bedeckt sind, den man auch, obgleich nicht so allgemein anwendet, bilden eine äußerst verwandte Klasse mit den Malvaceen, die sich mehr durch ihren Wuchs, als durch ganz deutlich abstechende Befruchtungsmerkmale unterscheidet, und unter welchen die verschiedene Gestalt des Pollen vielleicht das constanteste ist. Wir führen sie hier nur darum an, weil sie die dicksten Bäume auf der Erde liefern. Der bekannteste ist der Baobab (Adansonia), der die Westküsten Afrika's zwischen den Wendekreisen bewohnt. Aber auch andere Bombaceen können beinahe mit diesen Riesen in der Pflanzenwelt rivalisiren. Ihre Aeste, die sich weit hin erstrecken und sich gegen ihre Endpunkte hin der Erde nähern, indem sie sich unter ihrer eigenen Schwere beugen, bedecken sehr beträchtliche Räume, so daß ein einziger Baum, von einiger Entfernung gesehen, das Aussehen eines ganzen Gehölzes hat. Uebrigens ist ihre Entwicklung in die Höhe nicht so beträchtlich, als in die Breite, und ihr Stamm, anstatt sich säulenförmig zu erheben, wölbt sich gewöhnlich zu einer unförmlichen Tonne. Wenn man in artistischen botanischen Werken die Abbildungen sorgfältig nachschlägt, durch welche man diese tropische Vegetation zu versinnlichen sucht, so wird man mehrere andere Bäume als eben dieser Familie finden, die durch ihre Dimensionen oder sogar auch durch die Wunderlichkeit ihrer Formen merkwürdig sind. In dieser Beziehung wollen wir die Chorisia ventricosa empfehlen, deren Stamm, welcher sich gegen die Mitte seiner Höhe erweitert und sich unmerklich nach seiner Grundfläche und nach seinem Gipfel hin verengt, das Aussehen einer riesenmäßigen Spindel hat.





648—656 Befruchtungswerkzeuge einer Malve (Malva sylvestris).
648. Blüte, von oben gesehen, mit ihrem Blütenstiele, nebst zwei Nebenblättern *s*.
649. Horizontalschnitt.
650. Senkrechter Schnitt der Blüte: — *i* Nebenkelch oder Hülle — *c* Kelch — *p* Blumenblätter — *t* Röhre der monadelphischen Staubgefäße, oben dem Eierstocke *o* gewölbartig erweitert und an ihrer Grundfläche mit den Blumenblättern verwachsen; an ihrem Gipfel in eine große Menge von Staubfäden zertheilt, die eben so viele Antheren *a* tragen — *s* getrennte Griffel am Gipfel, unten in einen einzigen verwachsen.
651. Abgesonderte Anthere mit dem Gipfel des Staubfadens.
652. Frucht, mit dem bleibenden Kelche umgeben: — *c* quirlartige Knöpfe, mit der Achse *a* verwachsen.
653 Kopf, seitwärts gesehen.
654. Samenkorn.
655. Embryo.
656. Schnitt gegen die Mitte seiner Höhe, um die Anordnung seiner Keimlappen zu zeigen.

Zu den Byttneriaceen gehört der Baum, welcher die Cacao liefert (Theobroma). Sein Embryo, welcher fleischig, ölig, von bräunlicher Farbe und wachsartiger Consistenz ist, dient, nachdem er geröstet worden, zu Verfertigung der Chocolade, in welcher man durch eine Beimischung von Zucker die ziemlich starke Bitterkeit des Stoffes mildert. Das ölige Fruchtmark, welches das Fach ausfüllt und die Samenkörner umgibt, nimmt an ihrem Geschmacke Theil, und wird unter dem Namen Cacaobutter angewandt.

§. 798. Die Ternströmiaceen theilen sich in mehrere Zünfte, wovon eine, die der Camellieen verdient, daß wir uns einen Augenblick bei zwei Sträuchern, die dahin gehören, verweilen: der eine, die Camellia, welche die Schönheit ihrer Blüten (die man gewöhnlich japanische Rosen nennt) in die Mode gebracht und deren Cultur demnach so viele und so reiche Varietäten zu ziehen gewußt hat; der andere, dessen Blüten, ob sie gleich ebenfalls sehr

zierlich sind, doch sehr wenige Personen kennen, dessen Blätter aber eines der wichtigsten Handelsobjekte auf der Erde geworden sind, der Thee. Man weiß, daß er in China zu Hause ist und daß dieses denselben für den Verbrauch der ganzen Welt liefert, obschon man in einigen andern Ländern, namentlich in Brasilien, den Versuch gemacht hat, ihn anzubauen. Das Blatt wird jung eingeheimst, leicht geröstet und gepreßt, um es von einem ziemlich reichlichen, scharfen und etwas ätzenden Safte zu befreien; nun soll man es und trocknet es mehr oder weniger schnell, je nachdem von der Verfertigung des grünen oder des schwarzen Thees die Rede ist, zu welchem man übrigens etwas ältere und demnach holzigere Blätter nimmt. Sind sie auf diese Weise zubereitet, so enthalten sie außer mehreren Substanzen, die sie übrigens mit allen andern Blättern gemein haben, drei andere, welche ihnen ihre besondere Eigenschaften verleihen: 1) ein wesentliches Oel, das dem Thee sein Aroma mittheilt; 2) Thein, eine quaternäre und stickstoffreiche Substanz, da sie aus 8 Atomen Kohlenstoff, 10 Wasserstoff, 2 Stickstoff, 2 Sauerstoff besteht; 3) Kafein, eine andere stickstoffhaltige Substanz, die wir anderswo (§. 301) kennen gelernt haben. Diese letztere ist im heißen Wasser unlöslich, das die beiden andern auflöst, die einzigen demnach, die sich in dem Aufgusse des Thees, so wie wir ihn trinken, vorfinden. Er ist also ein bloß aufreizendes, sondern auch zu gleicher Zeit ein nährendes Getränk, das sogar 6 Prozent Thein von dem Gewichte des angewandten Thees enthalten kann, gewöhnlich aber etwas weniger vermöge seiner Qualität und dem mehr oder minder vollkommenen Grade seiner Auflösung. Diese Eigenschaft des Thees, die man früher so wenig vermuthete, erklärt seinen so allgemeinen Verbrauch in andern Ländern außer Frankreich und den Grad der Concentrirung, den man so gern seinem Aufgusse gibt. Die Chinesen und andere asiatische Völker benügen sich aber damit nicht, sie essen die auf diese Weise gekochten Blätter. Da diese ihrer löslichen Grundstoffe beraubt sind, so enthalten sie noch das Kafein und in einer solchen Menge, daß dieser Rückstand 28 Prozent enthalten kann; er liefert also ein Nahrungsmittel, das um ¾ reicher an Stickstoff ist, als das Getränk.

§. 799. Die Guttiferen verdanken diesen Namen dem Vorkommen eines gummicht-harzigen, gewöhnlich gelben, scharfen und bitteren Saftes, der bei mehreren Arten aus dieser Familie unter dem Namen Gummigutt bekannt ist und so häufig in der Malerei angewandt wird. Die Energie seiner Wirkung, welche bei einer gewissen Dosis eine wirkliche Vergiftung durch Entzündung veranlaßt, hat seinen innerlichen Gebrauch abgeschafft, ob man gleich gewisse sehr stark abführende Mittel beschuldigt, daß sie von demselben einen Theil ihrer Kraft entlehnen. Dieser Saft findet sich in dem Fruchtmarke durchaus nicht; denn es gibt mehrere Früchte, die man ißt, und sogar eine unter ihnen, der Mangostanapfel, gilt für die köstlichste in den Tropenländern.

§. 800. Wir erwähnen hier die Erythroxyleen wegen des Hunger- und Durstbaumes (Erythroxylum coca), einer von seinen Arten, deren Blätter in Peru sehr gebraucht werden; man kaut sie mit einem kleinen Gemenge von Kreidepulver, und die Arbeiter in den Bergwerken machen einen beständigen Gebrauch von denselben. Man sagt, sie können durch den Gebrauch derselben lange Zeit jeder Nahrung entbehren, sogar wenn sie sich einer harten Arbeit unterziehen müssen; in diesem Falle möchte es wirklich scheinen, daß dieses Blatt, wie das vom Thee, einen sehr nährenden Grundstoff enthalte. Andere Reisende aber schreiben ihm eine ganz andere Wirkung zu, die durchaus nicht mit dem Berichte der ersten übereinstimmen würde: nach diesen wäre es ein starkwirkendes narkotisches Mittel, dessen Wirkungen die des Opiums selbst übertreffen würden. Es wäre also sehr wichtig, wenn die Chemie uns die Zusammensetzung der Coca kennen lehrte.

§. 801. Alle Malpighiaceen haben eine Modifikation des Eichens, welche Grisebach lykotropisch nannte (von λύκος, Pferdegebiß). Es zeigt auch wirklich die Gestalt eines Gebisses, oder vielmehr einer Angel, wobei die herabhängende Nabelschnur die Hälfte einer Seite das nach entgegengesetzter Richtung gekrümmte Eichen die Biegung und die andere auffliegende Hälfte bilden würde. Daher sind auch bei dem Embryo, der sich nach dieser Krümmung des Eichens modelt, wo er sich bildet, die Kotyledonen fast immer um sich selbst gebogen. Wir machen darauf aufmerksam, daß in dieser, so wie in der folgenden, und mehreren anderen vielblumenblättrigen Familien ein Theil der Gattungen fleischige, ein anderer trockene, die größere Zahl Flügelfrüchte hat; sogar die Malpighiaceen können Beispiele der mannigfaltigsten Modifikationen von dieser Art von Frucht liefern. Wir haben eine (Fig. 404) abgebildet. Alle sind Bäume oder Sträucher und viele sind Lianen, die durch eine regelwidrige Struktur merkwürdig sind (§. 86, Fig. 106, 107). Wir haben gleichfalls (§. 251, Fig. 218) den Bau der Drüsen kennen gelernt, welche gewöhnlich auf ihren Blättern oder auf ihren Blattstielen vorkommen und deren Gegenwart auf ihren Kelchblättchen so charakteristisch ist, auf deren Rücken sie paarweise verwachsen, so wie die Paare, die der Gattung Malpighia eigenthümlich sind (§. 248, Fig. 214), wovon sie ihren Namen haben.

§. 802. Die Sapindaceen sind gleichfalls durch den Bau ihrer Lianen merkwürdig (§. 88, Fig. 109). Sie sind es ferner durch ihren häufig vorkommenden Mangel an Symmetrie zwischen den oft auf acht reduzirten Staubgefäßen und den Hüllen, deren Zahl fünf ist; ferner auch durch die Blumenblätter, wovon jedes oft mit einem zweiten inneren Blumenblatte gleichsam gefüttert ist. Die fleischigen Früchte mehrerer Arten werden gegessen, und die der Euphoria, welche unter den Namen Litchi und Longan bekannt sind, sind in China die geschätztesten. Die der Sapindus saponaria und einige andere zeichnen sich noch durch eine ganz andere Eigenschaft ihres Fleisches aus; es vergeht nämlich langsam im Wasser, nach Art der Seife, macht dasselbe weiß und schäumend und zum Entfetten tauglich. Man zieht mit Hülfe des Alkohols eine weiße, im Wasser sehr lösliche Substanz aus derselben, auf welche dasselbe die so eben angegebene Wirkung äußert, und welche neutral, nicht flüchtig, und bloß aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff zusammengesetzt ist; dies ist das Saponin, das nämliche, das man aus der Wurzel des Seifenkrauts und anderer Caryophylleen erhält.

§. 803. Bei den Meliaceen findet man ein merkwürdiges Beispiel von jenen Fütterungen der Staubgefäße, von denen wir gesprochen haben (§. 424). Der Staubfaden ist ganz oder zum Theile mit einem ziemlich breiten und gewöhnlich am Gipfel zweispaltigen, außer ihm befindlichen Riemen verwachsen und diese Riemen verwachsen unter sich an ihren Rändern so, daß sie eine Röhre bilden, welche die Staubgefäße trägt. Eine andere, kürzere Röhre umgibt oft den Eierstock. Das Samenkorn ist häufig mit einer Samenhülle versehen, wie in den Meliees, oft ohne Samenhülle, wie in den Trichilieen. Die Blätter sind in den meisten Fällen ein oder mehrere Male zusammengesetzt. Die Eigenschaften dieser bittern, adstringirenden und tonischen Pflanzen können eine solche Intensität erlangen, daß sie Erbrechen, Abführen und sogar Vergiften zur Folge haben. Die Bitterkeit findet sich auch in dem Oele der fleischigen Samen

einiger Arten, namentlich der Carapa, womit die Eingebornen von Guyana ihre nackten Körper bestreichen, um sie auf diese Weise den Angriffen der Insekten zu entziehen.

§. 804. Bei den Cedrelaceen, einer sehr verwandten und ehemals verschmolzenen Familie, finden wir die nämlichen Grundstoffe nur in andern Verbindungen wieder, so daß die aufreizenden verschwinden, während die bitteren vorherrschen und fiebervertreibende Eigenschaften mehreren Arten ertheilen, deren Rinde wirklich in dieser Beziehung mit Erfolg in den Ländern, wo sie wachsen, angewandt wird. Sie tragen unfehlbar auch dazu bei, das Holz vor den Verheerungen der Insekten zu schützen, und mit der Feinheit und Dichtheit seines Korns wirken sie mit zu seiner langen Dauer. Die Bäume aus dieser Familie liefern auch wirklich allein die beliebtesten Hölzer für die Kunstschreinerei, und wir dürfen unter ihnen nur den Acajou (Swietenia mahogoni) anführen, obgleich mehrere andere, die im Handel weniger vorkommen, ebenso und vielleicht noch mehr in ihrem Vaterlande geschätzt sind.

§. 805. Die Aurantiaceen haben den Orangebaum zu ihrem Typus, dessen Frucht von einigen Schriftstellern den Namen Hesperidenfrucht erhalten hat und uns schon mehrere Male beschäftigte, (§. 502, 512). Sie ist in den meisten andern Gattungen beinahe dieselbe mit Ausnahme der Modifikationen der Gestalt, Größe, Farbe und Geschmack; die Varietät derselben ist außerordentlich und dies ist ein auffallendes Beispiel von dem Einflusse der Cultur auf die zahmen Pflanzen. Alle Theile haben kleine, blasenartige Drüsen oder Höhlungen, die mit einem flüchtigen Oele angefüllt sind, dessen Natur nach den verschiedenen Organen verschieden sein kann und welche die Blätter mit Punkten übersäen, die, gegen die Tageshelle gehalten, durchsichtig sind. Diese Blätter sind einfach, oft auch zusammengesetzt, und wir führen in dieser Beziehung die des Orangebaumes an, welche sich in dem ersten Falle zu befinden scheinen, wo aber das Vorkommen von zwei blattartigen Rändern auf dem Blattstiele und die Eingliederung des Blattes über denselben ein dreitheilblättriges Blatt deutlich anzeigt. Ihr Holz ist hart und dicht und wird als solches in der Kunstschreinerei verarbeitet, z. B. das Holz des Citronenbaums.

Perigynische Vielblumenblättrige.

§. 806. Wir können die perigynischen wie die hypogynischen nach der achsen- oder wandständigen Mutterkuchenstellung eintheilen. Das Samenkorn ist bei einer gewissen Anzahl von Familien mit einer Samenhülle versehen, bei andern aber nicht; dies erlaubt uns, zwei Sektionen in den perigynischen mit achsenständiger Mutterkuchenstellung zu machen, Sektionen, zwischen welche wir die mit wandständiger Mutterkuchenstellung bringen wollen, um eine Reihe zu erhalten, die sich besser an die vorhergehenden und nachfolgenden Theile der allgemeinen Reihe anschließt.

(S. Tab. XI.)

§. 807. Mehrere Familien, die Spondiaceen, die Burseraceen, die Connaraceen, die Terebinthaceen, waren anfangs in eine einzige unter diesem letzten Namen verschmolzen. Sie zeigen auch wirklich einige gemeinschaftliche Charaktere; dagegen wieder andere, sehr verschiedene, namentlich in der Frucht, welche aus getrennten Karpellen mit einem Embryo besteht, der in den Therebinthaceen homotrop, in den Connaraceen antitrop ist, mit Karpellen, die in eine Steinfrucht mit mehreren Kernen in den Burseraceen, in eine einzige mehrfächerige in den Spondiaceen verwachsen sind. Das Fehlschlagen in den Blüten von mehreren dieser Familien kommt sehr häufig vor, so daß einige ihrer Pflanzen ausnahmsweise zu den hlinischen oder blumenblattlosen zugehören scheinen. Sie sind aber nothwendig in das Gefolge zahlreicherer und vollständiger Pflanzen genommen worden, deren Typus sie mit einigen von jenen Abstufungen ausstellen, wovon wir anderswo gesprochen haben (§. 770).

Die Burseraceen sind Bäume oder Sträucher, voll von harzigen Säften, wovon mehrere unter dem Namen Balsame und Weihrauch im Handel vorkommen. Wir führen hier nur die bekanntesten an, z. B. den Balsam von Mekka, der den Balsamodendron opobalsamum liefert; den von Gilead, von dem B. gileadense; die Myrrhe, von dem B. myrrha; das Cleminigummi, von der Icica heptaphylla. Die Boswellia serrata erzeugt in Indien den ächten Weihrauch, unter dessen Namen man mehrere andere harzige Materien, wovon die einen dieser Familie fremd sind, die andern zu ihr gehören, in Umlauf bringt. In den Tropenländern, wo diese verschiedenen Bäume vorkommen, verbrennt man gewöhnlich die Aeste selbst, die mit ihren Säften ganz geschwängert sind, in den Tempeln. Es ist klar, daß diese Produkte in verschiedenen Graden stimulirende Eigenschaften besitzen, die gewöhnlich den Harzen eigenthümlich sind, und aus diesem Grunde werden mehrere in der Medizin angewandt.

Wir finden sie in den Terebinthaceen wieder, aber das flüchtige Oel, das ihr Harz aufgelöst enthält, besitzt oft eine außerordentliche Schärfe, und ihr Saft, der auf die Haut gebracht und, aus einem stärkeren Grunde, innerlich genommen wird, z. B. der von mehreren Sumach, veranlaßt mehr oder minder schwere Zufälle; man schreibt solche sogar den bloßen Ausflüssen einiger Bäume aus diesen Familien zu. Diese Säfte leisten aber den Künsten wichtige Dienste, indem sie einen von jenen schönen Firnissen liefern, denen man den Namen Lack gibt, welche, anfangs weiß, so lange als die unzähligen Theilchen der organischen Substanz, welche sie bildet, noch getrennt sind und das Licht nach allen Richtungen hin zerstreuen, später aber, wenn diese in der Berührung mit der Luft zersetzten Theilchen sich zu einer homogenen Masse verbinden, in eine schöne rothe oder schwarze Farbe übergehen. Die erste z. B. ist die des Lackes von Japan, den die Stagmaria verniciflua hervorbringt, die zweite des Firnißs von Japan (Rhus vernix). Zwei Arten von Pistazienbaum (Pistacia lentiscus und atlantica) liefern das Harz, das man Mastix, und eine andere (P. terebinthus) das, welches man Terpentin von Chios nennt; daher der Name, den man der ganzen Familie gab, obgleich das der meisten Terebinthinen, wie wir (§. 763) gesehen haben, sehr verschieden ist. In gewissen Früchten erhält das Fruchtmark des Fruchtfleisches eine ziemlich große Entwicklung, um nur die Menge von flüchtigem Oele aufzunehmen, welche geeignet ist, sie aromatisch zu machen, und sie werden nicht bloß unschädlich, sondern sogar angenehm; z. B. die des Mangobaums. Wir machen darauf aufmerksam, daß in einer von denselben, in der des Anacardium occidentale, der Blütenstiel sich in eine Masse wölbt, die weit größer als die Frucht selbst ist; das Samenkorn ist fleischig und gewöhnlich ölig, ohne Beimischung jener anderen aufreizenden Grundstoffe, wie man ein sehr bekanntes Beispiel davon in dem Samenkorne des Pistazienbaumes (P. vera) hat. Die Blätter eines Sumachs (Rhus coriaria), welche reich an Tanin sind, werden von den Gerbern angewandt.

§. 808. Leguminosen. — Die Schote oder Hülse (§. 517, Fig. 406, 407) charakterisirt alle Pflanzen, auf welche man demnach diesen Namen angewandt hat und deren so ausgedehnte Gruppe, weniger als eine einzige Familie, als vielmehr als eine Anhäufung von mehreren angesehen werden kann. Die zahlreichste und die, welche und die bekannteste ist,

1. Mutterkuchenstellung winkelständig; Kern ohne Samenhülle.

Kelch frei; Korp. verwachsen; Körner bestimmt; Blüten regelm.; Steinfrucht/2–3fächerig: 1 Griffel; Kotyledonen eben; Diplostemonie . . . **Chailletiaceen**
mit 3fach. Kern; 5 Griffel; Kotyledonen eben; Diplostemonie . . . **Spondiaceen.**
mit 2–5 Kernen; Griffel einfach oder keulen; Kotyl. zerknittert; Diplostemonie . . . **Burseraceen.**
frei; Embryo gegenläufig; 5–1 Balgfrüchte; in jedem ein aufgerichtetes Korn . . . Dipl.; Monadelphie **Connaraceen.**
doppelläufig . . Karpelle nicht aufspringend, gewöhnlich fleischig; 1 Korn auf einem am Boden aufrechten Nabelstrange; Blüten regelmäßig; fein Afterblatt . . . **Terebinthaceen**
Hülse; Blüten schmetterlingsart; Staubgef. diadelphisch; Afterblätter . . . **Papilionaceen**
Blüten unregelmäßig, oft 3–1 Blumenblätter; Staubgefäße frei . . . Afterblätter Swartzieen . **Leguminosen.**
gleichläufig, gerade; Hülse; Blüten regelm.; Präfloreszenz dachziegelförmig . . . Afterblätter Cassipoureen . **Rosaceen.**
regelmäß.; Präfloreszenz klappenartig . . . Afterblätter Mimoseen . **Rosaceen.**
Karpellen 1 oder mehrere 1-fächig; Kotyledonen eben; Blüten rosenartig; Antheren einwärts; Afterblätter . . . **Rosaceen.**
mehrere Achenen; Kotyledonen gebrecht; unbestimmte, den Kelche ähnliche Blumenblätter, Antheren auswärts; keine Afterblätter . . . **Calycantheen.**
mehrere vielsamige aufspringende Früchte, jede mit einer Schuppe versehen; Embryo cylindrisch, Kotyledonen eben . . . **Crassulaceen.**
verwachsen; Blüten unregelmäßig; Blumenblätter und Staubgefäße sehr häufig auf einen gefurchten Kelch reduzirt . . . **Vochysiaceen.**
Blumenblätter den Theilungen des Kelchs entsprechend; Staubgefäße in gleicher, doppelter oder deutscher Zahl mit den Blumenblättern; Kelch röhrenartig . . . **Lythrarieen.**
regelmäßig; Körner unbestimmt; Antheren sich öffnend durch Spalten . . . **Melastomaceen**
verwachsen mit dem Ovarium 1-vielfach.; Antheren sich öffnend durch Poren . . . **Melastomaceen**
gipfelständige Poren; Staubgefäße bestimmt; ein einziger Griffel . . . **Pomaceen.**
Spalten; Staubgefäße unbestimmt; mehrere Griffel; Frucht fleischig; Kotyledonen gerade . . . **Pomaceen.**
ein einziger Griffel; doppelter Eintel von übereinander gelegenen Fächern; Kotyledonen gebrecht; Blätter nicht punktirt . . . **Granateen.**
eine regelmäßige Querle von Fächern, * . . . **Granateen.**
* Staubgefäße monadelphen; mit kappenförmiger Röhre; Frucht holzig; nicht punktirten Blättern . . . **Lecythideen.**
mit gerader Röhre; Beere; Blätter nicht punktirt . . . **Barringtonieen.**
frei; Frucht fleischig; Blätter punktirt . . . **Myrteaceen.**
bestimmt; Eichen frei od. polyadelphisch; Fruchtröhre; Blätter punktirt . . . **Leptospermeen.**
1—mehrere aufrecht; 1 fach; Blätter punktirt . . . **Chamalaucieen**
hängende. ** . . . **Chamalaucieen**
** Antheren gekrümmt, sich gegen die Basis hin öffnend; mehrere Fächer; Frucht fleischig; Kotyledonen gebrecht; keine Afterblätter . . . **Memecyleen.**
gerade, sich nach ihrer ganzen Länge öffnend; Embryo mit Würzelchen sehr lang; Kotyledonen eben; 1—mehrere Fächer; Afterblätter . . . **Rhizophoren.**
sehr kurz; Kotyl. gerefft oder gerunzelt; 1 fach mit mehreren an der Spitze hängenden Eichen; Pollen eiförmig; keine Afterblätter . . . **Combretaceen.**
eben; mehrere Fächer, Pollen dreitheilig; keine Afterblätter . . . **Onagrarieen**

2. Mutterkuchenstellung wandständig.

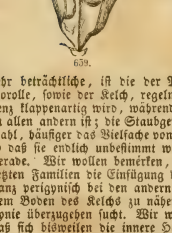
Embryo in der Achse einer fleischigen Samenhülle; Staubgefäße gegenständig mit den Blumenblättern, mit Büscheln . . . wechselständig mit den Blumenblättern in gleicher Zahl . . . verwachsen; Ovarium frei; Griffel; Kotyl.; kletternde Pflanzen; Nebenblätter . . . **Loaseen.**
od. allein, alternirend mit den Eichen; mehrere Griffel; Bäume; Blätter wechselst. . . . **Homalineen.**
vermindern sich in der centrale Gruppe; Samenhülle; Kelch und Blattart, . . . **Passifloreen.**
Ovarium frei; Griffel; Kotyl.; kletternde Pflanzen; Nebenblätter . . . **Malesherbiaceen.**
reitenst.; keine Samend.; Emb. cylindrisch; . . . **Turneraceen.**
nicht fleis. Pflanzen; keine Nebenblätter . . . **Sarifragaceen.**
frei; Ovarium frei; Kapsel 3fächrig; Embryo cylindrisch; Kotyledonen . . . **Turneraceen.**
Kapsel 2–3fächrig; Embryo cylindrisch; häufig Diplostemonie . . . **Sarifragaceen.**
verwachsen; Beere; 2 Placentarien; Embryo sehr klein, am Ende mit einer dicken Samenhülle . . . **Grossularieen.**
entblößt von der Samenhülle . . . Staubgefäße bestimmt, doppelt so viel als Blumenblätter; Monadelphen; Antheren einfächerig; Ovarium frei; Griffel und Narbe einfach. Kapsel dreiklappig . . . **Moringaceen.**
unbestimmt, ebenso die Blumenblätter. Antheren 2fächerig. Ovarium verwachsen. Ein langer Griffel. Mehrere Narben. Beere. Fettpflanzen . . . **Cacteen.**
umgeben von einer mehligen Samenhülle Staubgefäße und Blumenb. ähnl. unbestimmt. Antheren 2fächerig. Ovarium halb verwachsen; mehrere stehende Narben; nicht aufspringende fachspaltige Kapsel Fettpflanzen . . . **Ficoideen.**

3. Mutterkuchenstellung winkelständig; Korn mit Samenhülle.

Korner unbestimmt. Ovar. vielfach frei. Staubgefäße das Doppelte der Blumenblätter, wechselständig mit unfruchtbaren Anhängseln. Kapsel 4fach. . . . **Francoaceen.**
frei oder verwachsen. Staubgefäßeiteilig; mit Wurzelblattartigen an der Spitze. Ovarium viele an der Basis . . . **Escalloniaceen**
ohne wechselständige Anhängsel; doppelt. Karpellen sich trennend; abgesonderte Griffel. Griffel einfach . . . **Philadelphaceen.**
oder vielfach. Kapsel mit spaltenartigen Aufspringen oder auf der Seite zerreissend. Griffel getrennt oder verwachsen . . . **Baueraceen.**
b estimmt. Ovar. verwachsen. Eichen hängend. Embryo in der Achse einer Samenhülle, die beinahe gleicht: * . . . **Hamamelideen.**
unbestimmt; Staubgefäße an der Spitze öffnend. Kelch mit Deckel; getrennte Griffel . . . **Alangieen.**
* blattartigen 1—mehrere Eichen Karpellen trennten sich an der Spitze. 2 Kotyledonen Griffel Staubgefäße die doppelten der Blumenblätter . . . **Haloragaceen.**
1 Eichen. Stammrucht. Griffel einfach. Staubgef. gleich od. vielfach . . . **Umbelliferen.**
cylindrisch 1 Eichen. 3–1 nicht aufspringende Karpellen; getrennte Griffel. Staubgefäße gleich oder doppelt . . . **Araliaceen.**
sehr klein, am Ende mit einer dicken Samenhülle. ** . . . **Hederaceen.**
** gehört. 1 Eichen; doppelte Achäne, 2 Griffel; gleiche Staubgefäße. Präfloreszens dachziegelig . . . **Cornaceen.**
fleischig 1 Eichen; Beere 2 bis ebenso viele Griffel; gleiche Staubgefäße; mehrfächrig; Präfloreszenz klappenartig . . . **Brunlaceen.**
Griffel einfach . . . **Rhamneen.**
Steinfrucht mit Fächergrau Kern. Griffel einfach; gleiche Staubgefäße. Präfloreszenz klappenartig . . . **Celastrineen.**
frei . . . 1—2 Eichen. Trockene 3—lächerige Frucht. Griffel frei oder verwachsen. Gleiche Staubgefäße. Präfloreszenz dachziegelig . . . **Stachyuriaceen**
aufsteigende frei. Embryo gleich der Samenhülle, mit breiten blattartigen Kotyledonen, mit sehr kurzem Würzelchen. *** . . . **Rhamneen.**
*** Eichen 1—2 aufsteigende. Frucht fleischig oder Kapsel mit wandspaltigem Aufspringen. Gleiche und den Blumenblättern gegenständige Staubgefäße Präfloreszenz mit klappenartigen Kelche . . . **Celastrineen.**
1—mehrere aufsteigende. Frucht fleischig oder Kapsel mit fachspaltigem Aufspringen. Gleiche und mit den Blumenblättern wechselständige Staubgefäße. Präfloreszenz mit dachziegelförmigen Kelche . . . **Celastrineen.**
cylindrisch, mit sehr kurzen Kotyledonen. 1 aufrechtes Eichen. 3–5 nicht aufspringende Karpellen. Gleiche und wechselständige Staubgefäße. Nägel den verwachsenen Blumenblättern . . . **Stachyuriaceen**

da sie allein in unserem Lande repräsentirt wird, ist die der Papilionaceen, welche von ihrer Blüte, die wir (§. 427, Fig. 283, 658) kennen gelernt haben, so genannt, und überdies durch zehn Staubgefäße charakterisirt wird, die bisweilen frei, gewöhnlicher aber monadelphisch oder diadelphisch sind, sei es nun, daß sie zu fünfen verwachsen, oder daß das zehnte sich allein von einer Röhre losmache, welche die neun anderen bilden (Fig. 687, 658); endlich durch einen gekrümmten Embryo mit einem Würzelchen charakterisirt wird, das sich über die anliegenden Samenlappen biegt (Fig. 471, 661). Die in den Cäsalpinieen noch unregelmäßigen Blüten behalten die Form der Papilionaceen, oder streben nach der der Rosaceen; die zehn Staubgefäße sind in den meisten Fällen frei; der Embryo gerade, die Blumenblätter sind der Zahl nach reduzirt, oder fehlen sogar gänzlich in einer anderen, nicht sehr ausgedehnten Gruppe, den Swartzieen, wo die Zahl der Staubgefäße bisweilen die Zahl zehn übersteigt, und der Embryo sich wieder gekrümmt zeigt. Eine letzte,

657. 658.



659. 660. 661.

sehr beträchtliche, ist die der Mimoseen, wo die Korolle, sowie der Kelch, regelmäßig, die Präfloreszenz klappenartig wird, während sie ziegeldachförmig in allen andern ist; die Staubgefäße haben die gleiche Zahl, häufiger das Vielfache von den Blumenblättern, so daß sie endlich unbestimmt wird. Der Embryo ist gerade. Wir wollen bemerken, daß in diesen beiden letzten Familien die Einfügung der Staubgefäße, die ganz verzügnich bei den andern ist, sich immer mehr dem Boden des Kelchs zu nähern und in die Hypogynie überzugehen sucht. Wir wollen auch bemerken, daß sich bisweilen die innere Haut des Samenkorns sehr verdickt und beinahe eine Samenhülle vorstellt. Wir haben mehrere Male Gelegenheit gehabt, von den Blättern zu sprechen, welche bei einer großen Anzahl von Leguminosen ein oder mehrere Male zusammengesetzt, und oft gegliedert, immer mit Nebenblättern an dem Entstehen ihres Blattstiels versehen sind.

Wenn man die so große Anzahl von Arten bedenkt, die in dieser Gruppe enthalten sind, welche Pflanzen von allen Dimensionen und dem mannigfaltigsten Wuchse von den höchsten Bäumen bis zu den niedrigsten Kräutern herab, enthält, so muß man sich darauf gefaßt machen, zu gleicher Zeit eine große Mannigfaltigkeit der Produkte und der Eigenschaften bei denselben anzutreffen. Sie die Musterung passiren zu lassen, wäre eine zu langwierige Aufgabe, und wir beschränken uns darauf, die merkwürdigsten anzuführen.

Viele Bäume aus dieser Familie werden in den Ländern, wo sie wachsen, als Zimmerholz benützt, und man kann in dem unsrigen die falsche Akazie anführen, die wegen ihrer Härte und des Widerstandes, den sie der Fäulniß entgegensetzt, merkwürdig ist. Das dichte Korn, die dunkle Farbe, welche das Herz bei einer großen Anzahl annimmt, machen sie für die Kunsttischlerei schätzenswerth, und zu einem mehr oder minder bedeutenden Handelsgegenstande. Wir wollen das Paliffanderholz, dessen lange Zeit unbekannter Ursprung jetzt einer Leguminose, einer Art Dalbergia zugeschrieben wird, das Farnambukholz (Caesalpinia echinata), das Brasilienholz (C. brasiliensis), das Sappan (C. sappan), ein Eisenholz (Swartzia tomentosa), das Bapiaholz, und so viele andere anführen, unter welchen ein einheimischer Baum, der falsche Ebenbaum (Cytisus laburnum) erwähnt werden dürfte. Mehrere Leguminosen sind Lianen und zeigen, wie so viele andere eine regelwidrige Struktur, wovon wir bereits (§. 85, Fig. 105) ein Beispiel angeführt haben. Man bemerkt an denselben oft eine Verwicklung der Rindenschichten mit den Holzschichten, so daß man bisweilen Gürtel erhält, die zwischen diesen beiden abwechseln; in andern Fällen eine Art Netz, das die Rindensubstanz mitten in dem Holze bildet, das sie sodann mehr oder minder zierlich ädert; dies sieht man vollkommen an dem Stamme einer Liane, der Glycine sinensis, welche ihrer schönen Blüten wegen jetzt häufig gepflanzt wird.

Viele krautartigen Papilionaceenarten sind reich an nährenden Stoffen und werden als Futterkräuter gebaut; sie bilden die künstlichen Wiesen: der Klee, die Luzerne, die Esparsette u. s. w. Sie haben einen Ueberfluß an stickstoffhaltigen Produkten, und wir haben (§. 288) gesehen, daß sie eine gewisse Menge Stickstoff unmittelbar aus der Atmosphäre nehmen können.

Diese Eigenschaft findet sich oft in der blattartigen Fruchthülle der Früchte, und darum kann man auch die Schoten von mehreren dieser noch jungen Hülsen essen.

Was die Samenkörner anbetrifft, so gibt es mehrere Arten: die einen haben dünne und blattartige Kotyledonen, welche keine Nahrungsstoffe enthalten; die andern dicke Kotyledone und sind nahrhaft. Dahin gehören die, die sich bei ihrem Entstehen mit einer reichlichen Menge von Stärkemehl anfüllen, wie z. B. die Bohnen, Linsen, Brockelerbsen, Wicken u. s. w., und viele andere weniger bekannte und ausländische, deren Namen uns nicht an so bekannte Gegenstände erinnern würde. Bemerken wollen wir aber, daß dieses Stärkemehl mit sehr reichlichen, stickstoffhaltigen Stoffen vermischt ist, welche überdies noch eine weit substanziellere Nahrung aus denselben machen, ferner daß sich dieses Stärkemehl nur stufenweise in dem Samenkorne bildet und anhäuft, das in seinem frühesten Alter größtentheils auf seine Decken beschränkt

657—661. Befruchtungsorgane einer Papilionacee, der wohlriechenden Erbse (Lathyrus odoratus).

657. Horizontalschnitt der Blüte.

658. Ihr Längenschnitt: — *c* Kelch — *e* Fahne — *a* einer von den Flügeln — *ca* Halfte des Kiels — *t* Röhre der Staubgefäße — *o* offener Eierstock mit seinen Eichen — *s* Narbe.

659. Die Hülfe, die sich in zwei Klappen öffnet, um die Einfügung der Samenkörner zu zeigen.

660. Ein abgesondertes Korn: — *f* Nabelstrang — *e* Nabelsteg — *m* Keimloch.

661. Embryo, dessen Kotyledone *ee* man weggeschafft hat, um das zwischen ihnen versteckte Knöspchen *g* zu zeigen; — *r* Würzelchen

ist und Zellen zeigt, die mit diesen Stoffen und einem zuckerhaltigen Schleime angefüllt sind und demnach zu dieser Zeit eine ganz verschiedene Nahrung liefert, welche es später gab. Erbsen, z. B. kleine und neue oder alte und große, geben sowohl in Beziehung auf die Nahrung als auf den Geschmack zwei ganz verschiedene Gerichte. Bei andern sind die Kotyledonen fleischig-ölicht, z. B. in der Arachis hypogaea (gewöhnlich Erdnuß genannt) welche eine große Menge Oel liefern kann und in dieser Beziehung in der neuesten Zeit ein Gegenstand der Spekulation geworden ist. In anderen Fällen ist es ein wesentliches Oel, welches das Samenkorn aromatisch macht; so dient z. B. das der Coumarouna odorata (gewöhnlich Tonkabohne genannt) dazu, den Tabak wohlriechend zu machen. Die Samenkörner mit blattartigen Kotyledonen haben oft ganz entgegengesetzte Eigenschaften und werden abführend, z. B. die des Schaflinsenbaumes, mehrerer Ginster- und Geissklearten u. s. w. Man muß also in den Versuchen, denen man sich wegen der äußeren Aehnlichkeit der Früchte mit unsern gewöhnlichen Leguminosen hinzugeben geneigt fühlen möchte, äußerst vorsichtig sein.

Diese abführenden Eigenschaften kommen aber auch in anderen Theilen, in den Blättern, in den Fruchthüllen, namentlich in den blattartigen wieder vor. Das in dieser Hinsicht bekannteste abführende Arzneimittel sind die Sennesblätter (Blätter und vorzüglich Früchte der Cassia senna und acutifolia, die aus dem Oriente kommen): man gewinnt eine besondere Substanz, das Catarthin daraus, welches hier der wirksame Stoff zu sein scheint; es ist aber unfehlbar ein anderer, den das Fruchtmark enthält, welcher die Höhlung der Frucht in der Stangencassie (Cathartocarpus fistula), in der Tamarinde, in dem Johannisbrotbaume ausfüllt, und dessen Wirkung weit gelinder ist. Die vorhergehenden Eigenschaften bemerkt man vorzüglich in den Cäsalpineen. Bei den Mimoseen sind sie anders; sie sind tonisch und adstringirend, wovon wir nur ein Beispiel anführen wollen, das Cachu, der Saft von einer Akazie (A. catheeu), den man durch Auskochen gewinnt, indem man nämlich den Kern seines Holzes kochen und sodann die erhaltene Auflösung verdampfen, sich verdicken und trocknen läßt. Das reichliche Vorkommen des Tanins erklärt diese Eigenschaften und gibt der Rinde von mehreren andern von diesen Pflanzen für die Bereitung des Leders einen hohen Werth.

Unter andern Produkten gewisser Leguminosen findet man einige harzige, z. B. eines von denen, die man Drachenblut nennt und das hier von dem Pterocarpus draco gewonnen wird; einige noch flüssige, weil sie noch einen Theil von dem flüssigen Oele enthalten, in welchem sie aufgelöst waren, wie der Copahubalsam, den mehrere Arten der Copaifera, namentlich die C. officinalis liefern; einige andere sind mit der Benzoesäure verbunden und bilden demnach ächte Balsame, wie die von Peru (Myrospermum peruiferum), von Tolu (M. toluiferum).

Diese nämliche Familie erzeugt auch die geschätztesten Gummi: das arabische, welches verschiedene Akazien und namentlich A. nilotica liefern; das senegalsche, das von andern Akazien herrührt; der Tragant, der fälschlich einem Halbstrauche aus dem südlichen Europa, dem Astragalus tragacantha zugeschrieben wird, der aber von orientalischen Arten derselben Gattung, den A. gummifer, verus, creticus, herkommt.

Endlich erhält auch die Färberei von den Leguminosen mehrere werthvolle Stoffe; z. B. das Campecheholz (Hæmatoxylum campechianum), von braunrother Farbe, das gern an das Wasser und an den Alkohol seine Farbe abgibt, die von einem besondern Stoffe, dem Hämatin, herrührt; und besonders den Indigo, dessen färbenden Grundstoff oder Indigotin wir schon in sehr entfernten Familien erwähnt haben, den man aber vorzüglich aus dieser und mehreren Arten der Gattung Indigofera gewinnt. Diese zweijährigen Pflanzen werden gleich im ersten Jahre gesammelt, sodann ins Wasser gethan, wo man sie gähren läßt; man zieht es sodann ab und setzt es unter dem Zutritte der atmosphärischen Luft in Bewegung, bis es durch die Verbindung ihres Sauerstoffs mit dem Indigotin blau geworden ist; das Niederschlagen der schwebenden Materie befördert man durch eine Mischung von Kalkwasser und läßt durch Verdampfen den Niederschlag trocknen.

§. 809. **Rosaceen.** — Hier kommt abermals eine Familie vor, die man als eine Verbindung von mehreren ansehen und die man unmöglich von einander entfernen kann, wenn man sie auch aus ihrer Verbindung trennt. Ihr Studium ist belehrend, indem es uns zeigt, wie gewisse Kennzeichen in einer und derselben Gruppe wechseln können; wie wir bei dem Verfolgen dieser Abänderungen von einem äußersten Zustande zum andern durch eine Reihe von Zwischenzuständen über das Band, das sie vereinigt, keinen Zweifel haben können; wie wir endlich, wenn wir ein anderes unveränderliches Merkmal neben demjenigen erblicken, das sich auf diese Weise verändert, ihm auf eine relative Art einen höheren Werth beizulegen lernen. Das Pistill von einem Apfelbaum besteht aus einem in seiner ganzen Ausdehnung mit dem Kelche verwachsenen Eierstocke und enthält mitten in einem dicken Fleische fünf kleine Fächer; das Pistill eines Erdbeerstockes besteht aus einer Menge kleiner Karpelle, welche an der Oberfläche einer verdickten Achse, die über dem freien Kelche hervorragt, nicht verwachsen sind: wir haben hier das Beispiel einer Frucht mit verwachsenen Karpellen im ersten Falle; mit nicht verwachsenen im zweiten Falle und beide im höchsten Grade. Wenn wir aber eine Spiræa nehmen, bei welcher fünf freie Karpelle auf einem ebenen Torus auf dem Boden des noch freien Kelches befestigt sind; sodann einen Kirschbaum, wo nur ein einziges Karpell da ist, um welches herum sich der Kelch unter Ausweitung erhebt; sodann einen Löwenfuß, wo der immer freie Kelch seine Röhre über den Karpellen, die der Zahl nach 1—4 sind, verengt; eine Rose (Fig. 369), wo die zahlreicheren und zerstreuten Karpelle aus der inneren Fläche der Röhre zu entstehen scheinen, die in gleicher Höhe mit ihnen gewölbt, sich über ihnen wieder schließt, indem sie nur den Griffeln den hinreichenden Durchgang gestattet; wenn wir nach einer Voraussetzung einen Schritt weiter gehen, alle diese bisher abgesonderten Theile einander näher bringen und sie in einen einzigen Körper verwachsen lassen, so kommen wir auf das Pistill des Apfelbaumes zurück. Inzwischen hat sich die Einfügung der Staubgefäße nicht verändert, sie erschien immer constant auf einem Kreise gegen den Gipfel der Kelchröhre hin. Das Perigynische der Staubgefäße hat also mehr Bestand und Wichtigkeit als das Verhältniß des Kelches und des Eierstockes, die entweder frei oder unter sich verwachsen sind.

Den vorhergehenden Angaben wollen wir noch Blumenblätter, die über den Staubgefäßen auf dem Kelche eingefügt, mit den Lappen des Kelches in gleicher Zahl, gewöhnlich der Zahl fünf, wechselständig und in eine Rose enthalten sind; einen Embryo ohne Samenhülle, der gerade ist, fleischige Kotyledone und ein kurzes Würzelchen hat, das gegen den Befestigungspunkt des Samenkorns gekehrt ist; einfache oder zusammengesetzte Blätter, die aber immer mit Nebenblättern versehen sind, beifügen, und wir haben alsdann die allgemeinen Kennzeichen der Rosaceen. Ein verwachsener Eierstock mit äußerst selten

mehr oder weniger als zwei Eichen, die in jedem Fache auffteigend ſind, und ſich in eine fleiſchige Frucht verwandeln, wird die Pomaceen deutlich unterſcheiden. Mehrere abgeſonderte Achänen, die von dem fleiſchigen Kelche eingehüllt und auf ſeinem Boden eingefügt ſind, und wovon jede ein einziges hängendes Samenkorn enthält, zeichnen die Roſeen oder richtiger Roſaceen aus. Die Dryadeen haben

663.

662. 665. 664.

667.

668. 669. 666.

mehrere Achänen auf einem Fruchtboden, der in der Mitte der Blüte einen Vorſprung bildet und jede hat ein hängendes oder aufrechtes Samenkorn; die Sanguiſorbeen haben Achänen, die faſt immer auf eine oder zwei reduzirt, von der verengten Röhre des verhärteten Kelches, der oft keine Blumenblätter trägt, bedeckt ſind; die Spiräaceen haben fünf quirlartige Karpelle auf dem Boden eines Kelches mit kurzer Röhre, wovon jedes höchſtens zwei hängende oder aufſteigende Eichen enthält und ſich längs einer innern Naht öffnet; die Amygdaleen haben einen einzigen, freien Eierſtock mit hängenden, nebenſtändigen Eichen und ſpäter eine Steinfrucht; die Chryſobalaneen gleichfalls, mit dem Unterſchiede jedoch, daß ihre beiden Eichen aufrecht ſind. Wenn faſt alle wilden Bäume in unſeren Forſten zu den Amentaceen gehören, ſo nimmt in unſeren gemäßigten Klimaten die Familie der Roſaceen faſt alle Obſtbäume in Anſpruch, und ſie liefert uns das meiſte Obſt, das wir eſſen: die Aepfel, die Birnen, die Quitten, die Miſpeln, die Spierlinge, die Azerolen kommen von den Pomaceen her; die Kirſchen, Pflaumen, Aprikoſen, Pfirſiche, Mandeln von den Amygdaleen; die Himbeeren und Erdbeeren von den Dryadeen. Man muß aber dabei bemerken, daß wir bei allen dieſen Früchten, obſchon ſie von einer und derſelben Familie ſtammen, nicht immer einen und denſelben Theil eſſen; ſo iſt es der verdickte mit dem Perikarp verſchmolzene Kelch bei den Pomaceen; das Sarkokarp allein bei den Amygdaleen mit Ausnahme der Mandel, deren Perikarp man wegwirft, um den Embryo zu eſſen; bei der Erdbeere der fleiſchige Fruchtboden, welcher die Karpelle trägt und in der Himbeere die Karpelle ohne den Fruchtboden. Ein anderer bemerkenswerther Umſtand iſt bei den Amygdaleen das Vorkommen des giftigſten Grundſtoffes, den man kennt, der Blauſäure, die ſich in den Blättern und den Kernen befindet. Sie kommt alſo aber in einer ausnehmend geringen Menge in die gegohrnen Liqueure, die man aus den Früchten gewiſſer Kirſchbäume macht; der Maraskino aus der Maraskakirſche; das Kirſchwaſſer aus der Vogelkirſche oder wilden Kirſche.

§. 810. **Melaſtomaceen.** — Dieſe Familie beſteht faſt ausſchließend aus holzigen Pflanzen. Ihre gegenſtändige Blätter ſind durch die Anordnung der Nerven merkwürdig, bei welchen die ſeitenſtändigen, wovon immer einer, zwei, drei oder vier auf jeder Seite vorkommen, faſt ebenſo hervorragen, wie der Mittelnerve, und ihre Richtung, wie dieſer, von der Grundfläche nach dem Gipfel hin nehmen, während ſie auf dieſem ganzen Wege eine gleichförmige Dicke behalten und unter ſich durch andere, dünne Quernerven ſo mit einander verbunden ſind, daß ſie bis auf einen gewiſſen Punkt hin das Ausſehen haben, das wir bei den Blättern von vielen Monokotyledonen angaben. Der Eierſtock, der bei einer kleinen Anzahl ganz frei iſt, iſt gewöhnlich mit dem Kelche, aber auf eine eigenthümliche und unvollſtändige Weiſe verwachſen, denn nur an den Längenſeiten, die an der Oberfläche des Eierſtockes hervorragen, findet dieſes Verwachſen Statt, und ihre Zwiſchenräume bilden zwiſchen dieſer Fläche und der des Kelches eben ſo viele Gruben, in welche ſich die jungen Antheren einbetten, die ſich ſpäter aus denſelben herausmachen und ſich mit ihrem Staubfaden aufrichten. Dieſe Antheren ſind wegen ihrer geſtreckten und bogenförmigen Geſtalt ſehr merkwürdig; ihre beiden Fächer öffnen ſich am Gipfel, der ſich oft in eine Art Schnabel verlängert, in einen gemeinſchaftlichen oder in zwei abgeſonderte Poren, und ſind durch ein Connektiv mit einander verbunden, das ſich gewöhnlich weiter unten verlängert, ſich mit der Spitze des Staubfadens vergliedert und in dem Punkte der Vergliederung Anhängſel von mannigfacher Geſtalt zeigen kann.

§. 811. **Myrtaceen.** — Dieſe Familie wird in mehrere ſecundäre unterabgetheilt: 1) die Chamälaucieen, deren einfächeriger Eierſtock eines oder mehrere aufrechte Eichen enthält, und zu einer trocknen, einſamigen Frucht wird, die ſich bisweilen in zwei Klappen öffnet; die Zahl der Staubgefäße iſt beſtimmt und iſt entweder das Doppelte oder das Vierfache der Blumenblätter; mehrere unter denſelben ſind gewöhnlich unfruchtbar, haben freie, ſeltener zu dreien gruppirte Staubfäden. 2) Die Leptoſpermeen, mit einem zwei oder vielfächerigen Eierſtocke, der zu einer trockenen, gewöhnlich kapſelförmigen Frucht mit zahlreichen, äußerſt ſelten einzelnen Samenkörnern wird; die Staubgefäße ſind unbeſtimmt und frei oder in Gruppen verwachſen, die mit den Blumenblättern gegenſtändig ſind; 3) die eigentlichen Myrteen, welche ſich von den vorhergehenden durch ihre fleiſchige Frucht und ihre immer freie Staubgefäße unterſcheiden. In allen vorhergehenden Pflanzen ſind die Blätter mit durchſichtigen Punkten überſäet,

682—669. Befruchtungsorgane einer Brombeerſtaude (Rubus strigosus).

682. Horizontalſchnitt der Blüte.

663. Die Namliche ſenkrecht geſchnitten: — *c* Kelch — *pe* Blumenblatter — *e* Staubgefäße — *d* Scheide, welche den Boden des Kelchs überzieht und in welcher ſich die Staubgefäße einfügen — *pi* Piſtill, das aus mehreren Karpellen beſteht.

664. Abgeſonderte Anthere mit dem oberen Gipfel des Staubfadens

665. Senkrecht geſchnittener Eierſtock *o*, um die Lage des Eichens *g* zu zeigen — *s* Griffel.

666. Frucht: — *f* fleiſchige Karpelle mit dem bleibenden Kelch *c*, auf dem man noch die verwelkten Staubfäden ſieht.

667. Senkrechter Schnitt eines Karpells: — *s* Griffel — *m* fleiſchiges Meſokarp oder Sarkokarp — *e* Endokarp — *g* Samenkorn.

668. Horizontalſchnitt des Samenkorns: — *t* Decke — *c* Keyleiron des Embryo.

669. Freier Embryo.

welche eben so viele Behälter von einem wesentlichen Oele anzeigen, und das in den folgenden fehlt: nämlich in den 4) Barringtonieen, deren Frucht eine Beere mit zwei oder mehreren armsamigen Fächern ist; die Staubgefäße sind zahlreich und gewöhnlich monadelphisch; 5) in den Lecythideen, deren unbestimmte Staubfäden gleichfalls in eine aber kapuzenförmig zurückgebogene Röhre verwachsen sind, deren Eierstock mit mehreren vieleitigen Fächern zu einer dem Umfange nach sehr beträchtlichen Frucht wird, die eine holzige Fruchthülle hat, welche nicht aufspringt oder sich nur in einer Querlinie öffnet, die ihren Gipfel von dem übrigen Theile nach Art eines Deckels abfondert. Es ereignet sich oft in diesen beiden letzten Familien und in einigen von den Gattungen, die zu den andern gehören, daß die verschiedenen Theile des Embryo in eine homogene Masse verwachsen. Bisweilen sind die Kotyledone blattartig und zerknittert; in den ersteren sind sie es meistens eben.

Das flüchtige Oel, das in diesen in so großer Menge vorhanden ist, bewirkt ihre tonische und stimulirende Eigenschaften und ihren aromatischen Geruch. Jedermann kennt den der Gewürznelke, die nichts anders ist, als die Blütenknospe von einer derselben (Caryophyllus aromaticus). Es theilt einen angenehmen Wohlgeruch mehreren ihrer Früchte mit, die man ist, unter welchen wir besonders die Granatbirn (psidium) und die Frucht des Zambusenbaumes anführen. Es kann sich mit demselben ein adstringirender Grundstoff verbinden, der sich vorzüglich in der Rinde der Wurzel und der Früchte vor ihrer Reife entwickelt.

Der Granatbaum wird von vielen Schriftstellern mit den Myrtaceen vereinigt, von andern von denselben getrennt, welche den Typus und die jetzt die einzige Art einer Familie der Granateen aus demselben machen. Er unterscheidet sich vorzüglich durch die besondere Anordnung seiner Fächer, welche, anstatt einen einzigen Quirl, wie in den meisten vielfächerigen Eierstöcken zu bilden, zwei, einen unteren und einen oberen, der nach außen geworfen ist, zeigen (§. 486). Aus ihrer ungleichen Entwicklung geht hervor, daß man das Innere der reifen Frucht durch Scheidewände, die in die Schiefe quer laufen, in mehrere, unregelmäßige Fächer eingetheilt findet, die man sich nur sehr schwer erklären kann. Die äußere Hülle der Samenkörner dehnt sich zu einem saftigen Fruchtmarke aus, und dieses ist man von der Granate, deren perikarpischen Theil oder Schale man wegwirft.

§. 812. **Onagrarieen.** — Diese Familie, so wie sie ursprünglich angeordnet war, umfaßte außer derjenigen, die wir unter diesem Namen beibehalten haben, die Familie der Combretaceen, an welche sich auf das Innigste die Myrobalaneen, die unter den Blumenblattlosen aufgeführt wurden, anschließen und die der Halorageen. Einige von den nämlichen Gattungen, welche noch in den drei vielblumenblättrigen Familien gelassen wurden, haben keine Korolle, und diese Ausnahme, die man gleichfalls in so vielen andern beobachtet, beweist die Nothwendigkeit, die Vielblättrigen den Blumenblattlosen in der Reihe zu nähern, wenn man sie nicht gänzlich verschmilzt. Unsere Tabellen zeigen die Hauptkennzeichen, die vorzüglich aus dem Baue des Samenkorns genommen sind, nach welchen man diese Gruppe in mehrere eintheilen zu müssen glaubte. Die eigentlichen Onagrarieen enthalten Pflanzen, die nicht durch ihre Eigenschaften und Anwendungen, wohl aber durch die Zierlichkeit ihrer Blüten, wegen welcher sie in den Gärten gezogen werden, merkwürdig sind. Man muß in den Theilen dieser Blüten besonders herausheben, daß die Zahl fünf äußerst selten vorkommt. Die Zahl vier zeigt sich auf eine fast constante Weise, und wir haben sogar gesehen, daß die Quirle auf zwei Theile in der Circaea (Fig. 244) reduzirt sind. Das Nämliche findet sich in den meisten Halorageen. Ein anderer Punkt, der die Aufmerksamkeit zu fesseln verdient, ist die constante und so charakteristische Form der Pollenkörner (§. 465, Fig. 350, 351). Eine regelwidrige Gattung in dieser Familie ist die Trapa, eine Wasserpflanze, deren Frucht gewöhnlich unter dem Namen Wassernuß bekannt ist; ihre Fruchthülle hat stachlichte Hervoragungen, und ihr mehliger Embryo wird von verschiedenen Arten, die in den europäischen und asiatischen Teichen verbreitet sind, gegessen. Ein einziger von den beiden Kotyledonen bildet fast ganz die Masse dieses Embryo; während der andere bloß unausgebildet und noch kleiner als das Würzelchen ist, das sich selbst nicht stark entwickelt (§. 568).

§. 813. **Passifloreen.** — Die Schönheit ihrer Blüten, die allgemein unter dem Namen der Passionsblumen bekannt sind, verbunden mit einer gewissen Wunderlichkeit, welche von dem Vorkommen und der Anordnung einer großen Menge Anhängsel, sowie von der Verbreitung der sehr glänzenden, sehr mannigfaltigen und sehr abstechenden Farben herrührt, hat seit langer Zeit die Aufmerksamkeit erregt. Wir beschäftigen uns hier mit denselben nur deßwegen, um zu erklären, wie sie trotz ihrer scheinbaren Hypogynie unter die Perigynischen klassifizirt wurden. Auf dem äußersten Ende einer Säule, die von dem Mittelpunkte der Blüte ausgeht, und eine Verlängerung der Achse zu sein scheint, stehen gewöhnlich die Staubgefäße und das Pistill. Auf der andern Seite gehen die Blumenblätter, deren Einfügung gewöhnlich die der Staubgefäße begleitet, von dem Rande der Kelchröhre und von ihrer etwas tiefer liegenden Oberfläche ein oder zwei Kreise farbiger Staubfäden aus, die man für nichts anderes, als für fehlgeschlagende Staubgefäße halten muß. Die drüsige Schichte des Torus, welche die ganze Oberfläche der Röhre belegt, und zur Grundfläche dieser verschiedenen Theile dient, setzt sich überdies auf der Oberfläche der staubgefäßtragenden Säule fort, und verbindet also augenscheinlich die Einfügung der antherentragenden Staubgefäße mit der der Blumenblätter und der farbigen Staubfäden. In den Früchten einiger Passifloreen ist man die Fleischige und dicke Samenhülle. Ihr Fruchtmark muß sie wegen der Menge und der Klarheit ihrer Säfte, wegen ihres sauren und angenehmen Geschmacks, besonders in den heißen Klimaten, wo diese Pflanzen einheimisch sind, sehr beliebt machen. In den Gewächshäusern zieht man eine große Menge derselben. Meistentheils sind sie krautartig und kletternd mit Ranken, die aus ihren Blattachseln hervorkommen, und demnach umgewandelte Zweige vorstellen.

§. 814. Die äußere Decke des Samenkorns, die sich zum Fruchtmark entwickelt, und von reichlichen und wohlschmeckenden Säften strotzt, verleiht ferner ihre Eigenschaften der Frucht der Johannisbeeren oder Grossularieen. Man kann, wenn man sie vorsichtig öffnet und auf eine zarte Weise die Samenkörner von einander entfernt, diese Anordnung leicht wahrnehmen. Bei dem ersten Anblicke scheinen aber die fleischigen Decken zwischen diesen an einander gedrängten Samenkörnern eine fettige, breiartige Masse zu bilden, und diese falsche Ansicht hat den gewöhnlichen Ausdruck von Samenkörnern, die in dem Fruchtbrei eingebettet sind (semina nidulantia), erzeugt.

§. 815. In den Früchten der Cacteen hingegen, wovon einige in gewissen südlichen Ländern, namentlich die Frucht der Opuntia, die unter dem Namen der indischen Feige bekannt ist, gegessen werden, bildet die verdickte Fruchthülle den Fruchtbrei. Diese Cacteen, welche durch die Sonderbarkeit ihrer Gestalten, die sie zu gleicher Zeit mit der Schönheit ihrer

Blüten mehrerer ihrer Arten beliebt machen, so merkwürdig sind, machen einen Theil der sogenannten Fettpflanzen aus, bei welchen das Zellgewebe eine außergewöhnliche Entwicklung erhält, die Stämme und die Blätter auf mannigfaltige Weise wölbt und ihnen auf diese Weise Dimensionen und Formen ertheilt, welche von denen, an die uns die Mehrheit der Pflanzen gewöhnt, mehr oder weniger verschieden sind. Diese Entwicklung steht gewöhnlich mit der Seltenheit der Spaltöffnungen, mit der Anhäufung der in dem Inneren der Pflanze zurückgehaltenen Säfte und mit der Möglichkeit in äußerst trockenen Klimaten zu leben, denen anders eingerichtete Pflanzen nicht widerstehen könnten, in Verbindung. Die holzigen Büschel verlieren sich in weit geringerer Menge in diesem Gewebe; regelmäßige Holzgürtel beobachtet man nur an einigen Arten. Die Fasern oder Gefäße, welche dieses Gewebe bilden, zeigen in den Cacteen darin eine außerordentlich merkwürdige Struktur, daß es, anstatt eines spiral- oder ringförmigen Fadens, eine Platte von einer gewissen Breite und Dicke ist (Fig. 670, 671). In dieser Familie gibt es Pflanzen mit cylindrischen Stämmen, die mit Blättern versehen sind, oder auch keine haben; die meisten entfernen sich aber noch mehr von diesen Formen, um die Gestalt von mannigfaltig gerieften Säulen, von Schaufeln, anzunehmen, um sich blattartig abzuplatten, oder sich dagegen nach Art der kugel- oder eiförmigen Früchte zu verdicken; sie erlangen bisweilen außerordentliche Dimensionen, welche in vielen Fällen mehr oder weniger hervorspringende und scharfe, regelmäßige Rippen zeigen. Bei den meisten ersetzen diese kleine Dornbüschel, die von Natur aus in regelmäßigen, oft spiralförmigen Reihen stehen, und über welchen die Blüten hervorkommen. Bei diesen findet ein beinahe unmerklicher Uebergang von den schon farbigen Kelchblättchen zu den Blumenblättern Statt, und sie sondern sich bald über dem Fierstocke, mit dem sie verwachsen sind, unmittelbar ab, bald bilden sie durch ihr weiter nach oben fortgesetztes Verwachsen eine Röhre.

670. 671.

§. 816. **Crassulaceen.** — Es ist auch Fettpflanzen, bei denen aber die gewöhnlichen Formen blos verdickt und nicht verwandelt sind. Die Verwandtschaften dieser Familie mit der folgenden bezeichnen hier ihre Stelle, ob sie gleich in unseren Tabellen, wegen der Samenhülle, welche in ihren Samenkörnern gänzlich fehlt, oder in denselben nur eine äußerst dünne Platte bildet, ziemlich weit entfernt steht. Wir haben Gelegenheit gehabt, ihre Blüten mehrere Male als solche anzuführen, welche vielleicht den vollkommensten Typus für die der Dikotyledonen abgeben (§. 361, 375, Fig. 225, 234, 235), und wir haben das Dasein der kleinen Falte oder des besondern Körpers angezeigt, der sich auf eine constante Weise auswärts von jedem der Karpelle vorfindet. Mehrere Gattungen scheinen, wegen des Verwachsens ihrer Blumenblattränder in eine mehr oder minder lange Röhre, mit welcher sogar die Grundflächen der Staubfäden verwachsen, ganz einblumenblättrig zu sein. Uebrigens sind aber alle ihre Kennzeichen zu deutlich mit denen der Familie verbunden, als daß man nur daran denken könnte, sie von derselben zu trennen. Die Säfte der Crassulaceen sind gewöhnlich scharf und ätzend; daher man auch unter dem Volke den Saft mehrerer, z. B. den der Hauswurz, als Aetzmittel anwendet.

670—671. Zwei gestreckte Zellen von einer Cactee (Echinocactus coptonogonus) mit einer vollkommen spiralen Platte in der einen; mit einer Spirale und ringförmigen Bruchstücken in der andern.

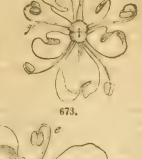
§. 817. **Saxifrageen.** — Diese beträchtliche Gruppe umfaßt außer den Baueraceen und den Escalloniaceen noch mehrere secundäre, die wir in der Tabelle angeführt haben; die Cunoniaceen, Bäume oder Sträucher, mit gegenständigen, gewöhnlich zusammengesetzten Blättern, welche breite, zwischen den Blattstielen stehende Nebenblätter begleiten; die Hydrangeaceen, Bäume oder Sträucher, mit gegenständigen einfachen Blättern, ohne Nebenblätter, unter welchen wir die Hortensia unserer Gärten anführen wollen. Was die eigentlichen Saxifrageen anbetrifft, so sind es Kräuter mit wechselständigen Blättern ohne Nebenblätter. Die Hamamelideen, die Philadelphaceen scheinen auch, sich denselben zu nähern, und vielleicht noch mehrere andere Familien, die jetzt ziemlich entfernt stehen, die sich aber gleichfalls durch Karpelle auszeichnen, die gewöhnlich der Zahl nach zwei, vielsamig und an dem Gipfel getrennt sind.

§. 818. **Umbelliferen.** — Diese so natürliche, und als solche durch mehrere hervorstechende Züge so leicht erkennbare Gruppe, ist seit langer Zeit und allgemein bekannt gewesen. Man hat ihr den Namen gelassen, den sie gleich anfangs nach der Art ihres Blütenstandes, den wir (§. 208, 230, Fig. 187) kennen gelernt haben, erhalten hat. Sie besteht aus meistens krautartigen, einjährigen oder fortdauernden Pflanzen, deren in der Luft befindlicher Stamm, der sich demnach im Verlaufe eines Jahres entwickeln muß, während dessen er oft ziemlich beträchtliche Dimensionen erlangt (eine Entwicklung, zu welcher sich das Mark nicht lange hergeben kann), röhrig, wie der der Gramineen, wird, und wie dieser auch Querhäute an seinen Knoten zeigt.

Die wechselständigen Blätter mit einem fast immer tief zertheilten Saume umfassen diese Knoten mit einer langen und breiten Scheide, die sich mehr oder weniger hoch verlängert und in den obern fast allein bleibt. Die Blüten (Fig. 674) bestehen aus einem verwachsenen Kelche, der sich in fünf kleine, bisweilen kaum sichtbare Zähne endigt, und mit welchen eben so viele Blumenblätter wechselständig sind, die sich auf dem Umfange einer großen drüsigen Scheibe einfügen, welche den ganzen Gipfel des Fierstocks bedeckt, und welche gleichfalls die fünf wechselständigen Staubgefäße mit den oft, um in der Knospe immer einwärts gekrümmten Staubfaden trägt. Aus dem Mittelpunkte der Scheibe kommen zwei kurze Griffel hervor, wovon sich jeder in eine einfache Narbe endigt, und wovon der eine gegen den Mittelpunkt der Dolde, der andere gegen die Peripherie gekehrt ist, eine Stellung, welche der Stellung der beiden Fächer entspricht, wovon jedes ein hängendes Eichen enthält und zwei Achänen bildet, die sich endlich trennen und nur vermittelst ihrer Achse oder dem Büschel der nährenden Gefäße vereint bleiben, der sich in zwei Fäden spaltet, wovon jeder die entsprechende Achäne schwebend trägt (§. 523, Fig. 413). Das Samenkorn, dessen Decken mit der Fruchthülle beinahe verschmolzen sind, wird fast ganz von einer gewöhnlich hornartigen Fruchthülle gebildet, gegen deren oberstem Ende ein kleiner, cylindrischer Embryo eingebettet ist (Fig. 676).

Es ist aber nothwendig, noch etwas ausführlicher über einige von diesen Theilen zu sein, wenn man die Kennzeichen verstehen will, die jetzt zur Unterscheidung und Zusammenstellung der Umbelliferengattungen angenommen werden. Man hat aus denselben ganze oder gezackte, oder zweilappige Blumenblätter, die an dem Gipfel eben oder in eine einwärts umgebogene Spitze verlängert sind, herausgehoben (Fig. 282, 673): oft ist diese Korolle nicht vollkommen regelmäßig, sondern die auf dem Umfange der Dolde befindlichen Blumenblätter entwickeln sich weit mehr als die andern. Vorzüglich wichtig ist es, die von

672.



673.

674.

675.

676.

der Frucht genommenen Merkmale gut zu kennen, und diese entspringen aus den auf ihrer Oberfläche hervorragenden Nerven, längs welcher hin sie Riefen (juga) ziehen, die bald unter der Gestalt von oberflächlichen Linien, bald unter der von Kämmen mehr oder weniger entwickelt sind. Nun besteht der verwachsene Kelch aus fünf Blättchen, wie dies die freien Zähne am Gipfel beweisen; jedes von ihnen zeigt einen Mittelnerven, und seine paarweise verwachsenden Ränder bilden also eben so viele Winkel, die mit den ersten wechselständig sind, so daß das Ganze der Frucht zehn derselben zeigt, die abwechselnd den Kielriefen (juga carinalia) und den verwachsenen Rändern (Nahtriefen, j. suturalia) entsprechen, und daß jedes von den beiden Karpellen fünf hat, einen mittleren, zwei dazwischenliegende und zwei seitenständige, die mit den gleichnamigen des gegenständigen Karpells verwachsen. Zwischen den fünf Rippen, welche auf diese Weise an der Oberfläche eines Karpells entstehen, müssen sich vier eingehende Winkel, oder Rillen (valleculæ) befinden. Bisweilen theilt ein secundärer, für jedes Blättchen doppelter Nerve, jede Rille in ihrer ganzen Länge, und verdoppelt also die Zahl derselben. Bisweilen befinden sich in der Dicke der Fruchthülle, und längs jeder Rille eine oder mehrere Gruben, die mit einem eigenthümlichen harzigen Safte angefüllt sind, und die sich von unten nach oben erweitern, wo sie sich in das Cœcum endigen, und nach außen eben so viele farbige Linien oder Strimen (vittæ) abbilden. Die Gestalt und die Zahl der Rippen, der Rillen und die Anordnung der Strimen liefern die jetzt gebräuchlichen Hauptmerkmale, die man zu bestimmen lernen muß. Die inneren

672—676. Befruchtungsorgane der Möhre (Daucus carota).

672. Horizontalschnitt der Blüte.

673. Die Blüte von oben gesehen: — *ge* epigynische Scheibe.

674. Senkrechter Schnitt der Blüte: — *p* Blumenblätter — *e* Staubgefäße — *o* Beispl molgener Eierstock mit dem verwachsenen Kelche — *s* Griffel und Narben — *ge* Drüsige, epigynische Scheibe.

675. Horizontalschnitt der Frucht.

676. Senkrechter Schnitt: — *f* Fruchthülle — *s* Samenkorn — *p* Samenhülle — *e* Embryo.

Flächen, an welchen die beiden Karpelle anfänglich verwachsen sind, und die sich endlich trennen, sind bisweilen eben (geradsamige Umbelliferen, Fig. 675, 676), bisweilen hohl, entweder wegen der Einbiegung ihrer Ränder oder Seitenrippen (krummsamige Umbelliferen), oder, seltener, weil sie sich an ihren beiden Endpunkten krümmen (hohlsamige Umbelliferen). Die Samenhülle, welche den größeren Theil der Masse eines jeden Karpells ausmacht und innig mit ihren Decken verwachsen ist, zeigt die nämlichen Modifikationen der Gestalt.

Der Saft, der sich in den Strimen anhäuft, ist ein aromatisches Oel, das seine Eigenschaften und seinen Wohlgeruch den Samenkornern mittheilt, die demnach bei einer gewissen Anzahl von Arten, z. B. dem Anis, Coriander, Fenchel, Kümmel u. s. w., gebraucht werden. Dieses Oel ist oft mit einem narkotischen Grundstoffe in den anderen Theilen der Pflanze, besonders in der Rinde und den Blättern, wo die eigentlichen Säfte in Menge vorkommen, verbunden, welche nach der Menge des vorherrschenden Grundstoffes verschiedene Eigenschaften haben können. Bald bilden sie stimulirende, krampfstillende Gummiharze, welche von der Heilkunde mit Nutzen angewandt worden, z. B. die Assafoetida, das Panaxgummi, das Sagapingummi, das Mutterharz, das Ammoniakgummi; bald werden sie mehr oder minder heftige Gifte in dem Conium maculatum, dem Cicuta virosa, dem Oethusa cynapium, dem Phellandrium aquaticum u. s. w., Pflanzen, denen man gewöhnlich den Namen Schierling, kleiner Schierling, Wasserschierling gibt, ohne genau denjenigen angeben zu können, aus welchem das in dem Alterthume so bekannte tödliche Getränk bereitet wurde; bald werden sie dergestalt gemildert, daß sie ebenso, wie in den Samenkörnern, nur noch mehr diesen, die Theile, unter welche sie sich zertheilen, und welche eßbar werden, aromatisch zu machen, wie z. B. in den Blättern der Petersilie, des Kerbels, in den Stengeln der Engelwurz. Wir wollen aber bemerken, daß dies vorzüglich in den Theilen, welche der Einwirkung des Lichtes entzogen sind, stattfindet, besonders in den Wurzeln, z. B. in denen der Möhre, Pastinake u. s. w., welche täglich gebraucht werden, bei denen die Gärtner auf eine künstliche Weise diese Modifikation hervorbringen, indem sie gewisse zur Nahrung bestimmte Theile, wie z. B. die Blätter des Selleri, zudecken. Man hat auch bemerkt, daß diese Eigenschaften nach dem mehr oder minder warmen Klima an Stärke zu- oder abnehmen: so kann das Conium maculatum, das in dem südlichen Europa ein gefährliches Gift ist, ohne Nachtheil in Rußland gegessen werden. Die fleischigen Wurzeln, welche wir weiter oben angeführt haben, und welche Jedermann kennt, enthalten überdies noch eine ziemlich beträchtliche Menge zuckerhaltiger Materie.

§. 819. — **Rhamneen.** — Man verschmolz ehemals mit diesem Namen Pflanzen mit Staubgefäßen, die den Blumenblättern gegenständig sind, denen man ihn heute noch ausschließend gibt, und die Celastrineen, wo die Staubgefäße nach dem gewöhnlichen Gesetze wechselständig sind. Diese beiden Familien haben jedoch einige Eigenschaften gemeinschaftlich: die grün und gelb färbenden Stoffe, welche mehrere ihrer Arten liefern; den scharfen und abführenden Stoff, der in mehreren ihrer Blätter, namentlich in denen der Kreuzdorne enthalten ist; den adstringirenden und stimulirenden Stoff, den bisweilen die krautartigen Theile in sich schließen; wober es kommt, daß man die Blätter von einigen statt Thee aufgießt. Die Araber kauen gern die frischen Blätter des Kat (Celastrus edulis), und verschaffen sich auf diese Weise eine Aufreizung, welche derjenigen ähnlich ist,

die von dem Gebrauche der narkotischen Mittel herrührt. Zu bemerken ist, daß die Rhamneen neben diesen Gattungen mit giftigen Früchten andere zeigen, wo die Fruchthülle von einem zuckerhaltigen Schleime anschwillt, welcher ihr mildernde, ganz entgegengesetzte Eigenschaften verleiht, und sie als Nahrungsmittel beliebt macht. Jedermann kennt das des Brustbeerbaumes, und ein anderes aus derselben Gattung von dem Zizyphus lotus, das die gewöhnliche Nahrung gewisser Völkerschaften ausmachte, die deßwegen in dem Alterthume unter dem Namen Lotophagen bekannt waren. In der Hovenia dulcis, ißt man nicht mehr das Blatt, sondern ihren außerordentlich verdickten und saftreichen Blütenstiel, eine Modifikation, welche wir schon bei einigen andern Pflanzen angegeben haben (§. 807). Man theilt die Celastrineen in zwei Zünfte, oder sogar in zwei abgesonderte Familien: die Staphyleen mit zusammengesetzten Blättern, mit Samenkörnern ohne Samendecken, und wo die Samenhülle eine sehr dünne Platte bildet; die Evonymeen mit einfachen Blättern, mit Samenkörnern mit einer fleischigen Samendecke (Fig. 451), und einer dicken Samenhülle: diese letztern haben den Evonymus oder das Pfaffenkäppchen zum Typus, dessen lichte und poröse Kohle, wie Jedermann weiß, zu Zeichenstiften gebraucht wird, die man übrigens auch aus mehreren andern, mit den nämlichen Eigenschaften versehenen Holzarten verfertigt.

Einblumenblättrige Dikotyledonen.

§. 820. Von Zussieu sind sie, wie wir gesehen haben (§. 701), in unterkorollige, umforollige und oberkorollige eingetheilt worden: diese letzteren wurden in zwei Klassen gebracht, je nachdem ihre Antheren frei oder unter sich verwachsen sind. Indem wir dieser Klassifizirung folgen, werden wir die Einblumenblättrigen mit perigynischer und epigynischer Einfügung wegen der Schwierigkeit verschmelzen, auf die man in der Praxis häufig stößt, beide von einander zu unterscheiden.

Hypogynische Einblumenblättrige.

§. 821. Unter anderen wollen wir mit einer gewissen Anzahl von Familien anfangen, die man dafür ansehen kann, daß sie den Uebergang der vielblumenblättrigen zu den einblumenblättrigen bilden. Mehrere haben auch wirklich diese doppelte Kennzeichen in ihren Gattungen, die übrigens durch eine augenscheinliche Verwandtschaft unter sich verbunden sind: dies sind die Styracineen, die Ebeneceen, die Ilicineen. Obgleich bei den übrigen die Blumenblätter unter sich bis auf eine gewisse Höhe verwachsen, so geschieht dies bisweilen nur in einer äußerst kurzen Ausdehnung, und überdies fehlen hier mehrere Merkmale, die den wesentlich einblumenblättrigen Pflanzen eigen sind. In diesen stehen die Staubgefäße auf der Korolle, ihre Zahl kommt der ihrer Eintheilungen höchstens gleich, oder erreicht sie nicht einmal, und endlich findet man diese Zahl in der der Karpelle nicht wieder, die in den meisten Fällen auf drei, oder gewöhnlicher auf zwei reduzirt ist. Die nachfolgenden Familien zeigen uns dagegen Karpelle, die oft der Zahl nach den Blumenblättern gleich sind; Staubgefäße, oft in gedoppelter oder vielfacher Zahl, und die sehr oft eben so vollkommen unabhängig von der Korolle sind. Bei mehreren sind zwar nach dem gewöhnlichen Gesetze die Staubgefäße auf der Röhre dieser Korolle eingefügt, und in gleicher Zahl mit ihren Lappen; alsdann sind sie aber in den meisten Fällen mit denselben gegenständig, und das häufige Vorkommen anderer Körper, sogar unfruchtbarer Staubfäden, welche mit denselben wechselständig sind, und ihren normalen Platz einnehmen, zeigt hinlänglich den Dasein eines zweiten Quirls von Staubgefäßen an, die bis auf einen gewissen Punkt durch ein mehr oder minder vollständiges Fehlschlagen verborgen sind. Diese mannigfaltigen Betrachtungen haben uns veranlaßt, diese Familien in einer besonderen Tabelle darzustellen, und wenn wir in einigen von ihren Gattungen, sogar bei einer kleinen Anzahl ganzer Familien, die wir daselbst aufnehmen zu müssen glaubten, diese ausnahmsweisen Kennzeichen nicht antreffen, so ist ihre natürliche Stelle durch das Ganze ihrer andern Merkmale, auf welches wir Rücksicht nehmen mußten, darum nicht weniger bezeichnet. Die Einfügung sogar scheint etwas von ihrer Wichtigkeit in dieser so geformten Gruppe zu verlieren, die uns einige, zwar sehr seltene Fälle von Perigynie zeigt: ein neues Band mit den vielblumenblättrigen Familien, mit denen wir geschlossen haben.

(Siehe Tabelle XII.)

§. 822. **Ericineen.** — Alle fünf erste Familien sind früher oder später in den Namen Ericae verschmolzen worden, um zeigen wirklich die innigsten Verhältnisse trotz den angegebenen Verschiedenheiten, wodurch sie in mehrere Gruppen zertheilt werden. Wenn die Früchte fleischig sind, wie die des Erdbeerbaums, der Vaccinium, so werden sie meistens in den Ländern, wo sie wachsen, roh oder gekocht gegessen; die gewöhnlichste in Europa ist die Frucht der Heidelbeere (Vaccinium myrtyllus), von welcher Virgil sagt: Vaccinia nigra legantur. Man hat indessen bemerkt, daß die Frucht des gemeinen Erdbeerbaumes (Arbutus unedo) eine sehr geringe Menge von einem narkotischen Stoffe enthält, welcher das Uebermaß derselben gefährlich machen könnte. Dieser letztere Stoff findet sich übrigens in mehreren Rhodoraceen, einigen Rhododendron, Kalmia, Azalea u. s. w. Es scheint erwiesen zu sein, daß der Honig, welcher eine große Anzahl Soldaten auf dem Rückzuge der zehntausend Griechen durch Kleinasien berauschte, von den Bienen in den Honiggefäßen der Blüten der Azalea pontica gesammelt worden war; und die Blätter des Ledum palustre, die zur Bereitung des Biers genommen werden, machen dasselbe äußerst berauschend. Man bemerkt auch in verschiedenen Theilen vieler Ericineen sehr adstringirende Eigenschaften; und man hat besonders das Dasein des Tanins und der Gallusfäure in dem Arbutus uva-ursi nachgewiesen, dessen Blätter demnach zu Bereitung des Leders gebraucht werden.

§. 823. Die Styracineen, welche vielleicht besser unter den perigynischen vielblumenblättrigen aufgeführt würden, verdienen wegen der Erzeugung eines sehr bekannten Balsams, der Benzoe, welche der Styrax benzoin liefert, angeführt zu werden. Ein anderer Balsam, der in dem Handel unter dem Namen Storax vorkommt, wurde lange für ein Produkt des Styrax officinale gehalten; sein Ursprung ist aber noch zweifelhaft.

§. 824. Die Ebenaceen sind wegen der Härte ihres Holzes merkwürdig, die mehreren den Namen Eisenholz verschafft hat. Das bekannteste ist das Ebenholz, das von dem Diospyros ebenus, wovon mehrere andere Arten die nämlichen Eigenschaften zeigen. Man ist im teigigen Zustande die Früchte von einigen, und die außerordentliche Herbe ihres Fleisches, bevor es in diesen Zustand übergeht (dem sie gewöhnlich in allen Früchten vorangeht, die desselben fähig sind), zeigt das Dasein adstringirender Grundstoffe zur Genüge an.

§. 825. Man findet sie auch noch in den Früchten und der Rinde mehrerer Ilicineen. Wir wollen bemerken, daß diese Eigenschaft in den meisten Pflanzen angetroffen wird, die als Ersatzmittel des Thees

Familien. Tab. XII. Einblumenblättrige mit regelmäßiger Korolle,

mit Staubgefäßen, gewöhnlich hypogynisch, häufig von ihr unabhängig, vielfache, doppelte oder gegenständige sehr selten gleiche und wechselständige oder geringere mit Karpellen, die oft der Zahl der Theilungen der Korolle entsprechen.

Antheren isocherige ohne Anhängsel. Staubgefäße frei oder auf der Korolle, sehr häufig mit ihren Theilen in gleicher Zahl. Ovarium frei.

Frucht fleischig oder knöchlerig . . . . . **Epacrideen.**

Blüthen sich an der Spitze oft in Hörner verlängert; Staubgefäße sehr häufig unabhängig von der Korolle und doppelt mit ihren Theilungen

öffnend

- Ovarium frei; Körner gefügelt; Kapsel; Antheren grannenlos, röhrenförmig mit gipfelständigen Poren . . . **Pyrolaceen.**
- Ovarium frei; Körner gefügelt; Kapsel; Antheren grannenlos, röhrenförmig mit gipfelständigen Poren . . . **Rhodoraceen.**
- nicht gefügelt; Kapsel mit wandspaltigen Aufspringen; Antheren grannenlos . . . **Ericineen.**
- Frucht fleischig, gewöhnlich kapselartig mit fachspaltigen Aufspringen; Antheren sehr häufig gegrannt . . . **Vaccineen.**

verwachsen; Beere; gegrannte Antheren . . . **Styracineen.**

ihrer ganzen Länge nach durch eine Spalte, ohne Verlängerung nach behälgilte**

** Staubgefäße doppelt oder vielfache; Ovarium verwachsen, mit 3–5 vorlengen Fächern; Frucht fleischig; Samenhülle fleischig; Holzpflanzen . . . **Ebenaceen.**

frei, mit 1—mehr Fächern: 1—2 hängende Eichen, Frucht fleischig; Samenhülle hornig; Holzpflanzen . . . **Jasmineen.**

in geringerer Zahl (2) als die Blumenkronentheilungen; Ovarium frei; Fächerzig 1—2 Eichen . . . **Oleineen.**

- hängende; dicke Samenhülle; Prätoreneszenz kappenartig; Frucht fleischig; Holzpflanzen . . . **Jlicineen.**
- aufrecht-dünne Samenhülle; Prätoreneszenz dachziegelig; Frucht fleischig, Kapsel oder Klüftenfrucht; Holzpflanzen . . . **Sapoteen.**

in gleicher Zahl wechselständige; Ovarium frei, 2-Zweifächerig; 1 hängendes Eichen, Mutterkuchenwucherung achsenständig; Steinfrucht; Embryo sehr klein gegen das Ende einer sehr dicken Samenhülle; Mutterkuchen holzig . . . **Aegyceren.**

gegenständige; Mutterkuchenwucherung achsenständig, Ovarium frei, vielfächerig, 1 aufsteigendes Eichen; Frucht fleischig; Samenhülle keine oder fleischig; Holzpflanzen . . . **Myrsineen.**

Mutterkuchenwucherung central; Mehrere Eichen Keine Samenhülle; Balgfrucht; Holzpflanzen . . . **Primulaceen.**

Ovarium frei; fächerig

- Excentrischer Embryo in einer fleischigen oder hornigen Steinfrucht; Holzpflanzen . . . **Plumbagineen.**
- Samenhülle Kapsel oder Büchsenfrucht; krautartige Pflanzen . . . **Plantagineen.**

1 ein einziges Eichen; Embryo in der Achse einer fleischigen Samenhülle; Kapsel; krautartige Pflanzen . . .

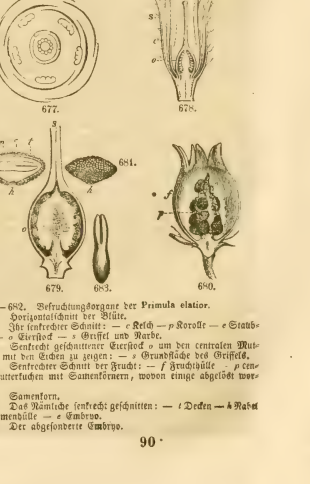
wechselständige; Ovarium frei, 1—Fächerig; Mutterkuchenwucherung achsenständig; Körner mit excentrischem Embryo in einer fleischigen Samenhülle; trockene Frucht oder Büchsenfrucht . . .

gebraucht werden. Wir hätten noch mehrere in den vorhergehenden Familien erwähnen können, wir dürfen aber in dieser nicht den Ilex paraguensis mit Stillschweigen übergehen, dessen Blätteraufguß in dem südlichen Amerika unter dem Namen Mate oder Thee von Paraguay so gebräuchlich ist; es wäre interessant, die chemische Zusammensetzung desselben mit der des ächten Thees zu vergleichen. Die Rinde des gemeinen Hopfen (Ilex aquifolium) enthält einen besondern Stoff, das Glutin, woraus man den Vogelleim bereitet.

§. 826. Die Jasmineen sind wegen der Menge des flüchtigen Oeles bekannt, das ihren Blüten einen so köstlichen Wohlgeruch verleiht. Die der Oleineen, unter welchen man nur den Lilak, so wie die Blüten der Olea fragrans, die man in China anwendet, um den Thee aromatisch zu machen, anzuführen braucht, haben auch größtentheils einen süßen Geruch. Diese letztere Familie ist aber vorzüglich durch das Vorkommen des Oels in der Fruchthülle der Olivenbäume nützlich, wovon eine Art allgemein an allen Küsten des Mittelmeers angebaut wird, und das in einem geringeren Grade in der Fruchthülle einiger anderer Steinfruchtgattungen vorkommt, in welchen man dasselbe vernachlässigt. Zu dieser Familie zählt man auch die Esche, von welcher mehrere Arten durch Einschnitte in ihre Rinde das Manna ausfließen lassen, diese zuckerhaltige und schwach abführende Substanz, deren Eigenschaften von einem besondern Grundstoffe des Zuckers, dem Mannit, herzurühren scheinen, der sich übrigens in mehreren äußerst verschiedenen Pflanzen, sogar, wie man versichert, in Pilzen wieder findet.

§. 827. Die dreiartigen Früchte einer großen Anzahl von Sapoteen sind in den Tropenländern, wo sie wachsen, sehr beliebt; namentlich ist es die des Sapotillier (Breiapfelbaumes), welcher der Familie den Namen gegeben hat. Ihr Samenkorn ist reich an einem fetten, nicht sehr flüssigen Oele, das leicht gerinnt und die Consistenz der Butter, besonders in der Bassia butyracea, annimmt. Man kennt eine andere Art dieser letztern Gattung unter dem Namen Butterbaum in Afrika und sein Produkt unter dem: Butter von Galam. Betrachtet man diese Familie in botanischer Beziehung, so gewährt sie uns ein wahres Interesse, denn sie zeigt den Uebergang zwischen denen, wo die Staubgefäße das Vielfache von den Zertheilungen der Korolle sind und zwischen denen, wo sie ihnen gleich und gegenständig sind und selbst fruchtbare Staubgefäße in dieser letzten Stellung und unfruchtbare Staubfäden in ihrem Zwischenraume hat.

§. 828. Die Primulaceen unterscheiden sich durch ihre Staubgefäße, die mit den Lappen der



677—682. Befruchtungsorgane der Primula elatior.

677. Horizontalschnitt der Blüte.

678. Ihr senkrechter Schnitt: — *c* Kelch — *p* Korolle — *e* Staubgefäße — *o* Eierstock — *s* Griffel und Narbe.

679. Senkrecht geschnittener Eierstock *o* um den centralen Mutterkuchen mit den Eichen zu zeigen: — *s* Grundfläche des Griffels.

680. Senkrechter Schnitt der Frucht: — *f* Fruchthülle — *p* centraler Mutterkuchen mit Samenkörnern, wovon einige abgelöst worden sind.

681. Samenkorn.

682. Das Nämliche senkrecht geschnitten: — *t* Decken — *k* Kern *d* — Samenhülle — *e* Embryo.

683. Der abgesonderte Embryo.

Korolle gegenständig sind (Fig. 677, 678), durch die centrale Mutterkuchenstellung ihrer Samenkörner (Fig. 678, 679, 680) und durch die Lage des Embryo, welcher seine Seite, anstatt nach seinem Endpunkte, gegen den Befestigungspunkt hin kehrt (Fig. 682), leicht von allen andern einblumenblättrigen Familien, mit Ausnahme der Myrsineen. Diese sind aber gewissermaßen die Primulaceen der Tropenländer; wo sie ausschließend wachsen, und sie werden dort nur durch Bäume oder Sträucher repräsentirt, während die eigentlichen Primulaceen, die Bewohner gemäßigter oder kalter Klimate, immer krautartig sind. Man liebt sie nur wegen der Zierlichkeit ihrer Blüthen, welche bei mehreren Arten den Vorzug haben, daß sie zu einer Zeit im Jahre erscheinen, zu welcher unsere Fluren und unsere Gärten noch so wenige Blüten besitzen, eine Frühzeitigkeit, welche der Hauptgattung den Namen Primel (Primula) verschaffte. Die Eigenschaften dieser Familie sprechen sich nicht sehr stark aus, scheinen aber doch einen gewissen Grad von Energie zu haben, namentlich in der Anagallis oder Gauchheil, das man also nicht mit dem Vogelgauchheil verwechseln darf. Der Extract aus der A. arvensis ist ein Gift aus der Klasse der scharfen.

§. 829. Die Familien, welche in den folgenden Tabellen enthalten sind und die große Mehrheit der Einblumenblättrigen ausmachen, enthalten auf eine constante Weise die Merkmale, von denen wir mehrere Male gesagt haben, daß sie mit dieser Modifikation der Korolle in der Zahlstellung und Einfügung der Staubgefäße, sowie in der Zahl der Karpelle, welche jedoch geringer als die der Blumenblätter ist, obgleich man sie in einigen seltenen Ausnahmen dagegen höher findet, verknüpft seien. Mehrere Pflanzen von den in der vorhergehenden Tabelle aufgezählten Familien, und bei welchen man die nämlichen Kennzeichen antrifft, müßten sich also an eine von den folgenden reihen, wenn man nur auf ihre systematische Stellung Rücksicht nähme; wir haben sie aber lieber an dem Platze lassen wollen, den ihnen ihre natürlichen Verhältnisse anweisen. Man wird sie in keinem Falle mit denen aus der Tabelle XIII., wo die Korolle unregelmäßig ist, verwechseln können, und was die in der Tabelle XIV. anbetrifft, so wird die Untersuchung der anderen Kennzeichen die Frage in der geringen Anzahl von Fällen, wo sie zweifelhaft sein konnte, leicht entscheiden können.

(S. Tab. XIII. und XIV.).

§. 830. Bevor wir einige von den Familien, die in den beiden folgenden Tabellen erwähnt werden, besonders untersuchen, ist es am rechten Platze, mehrere Punkte ihrer Organisation im Allgemeinen zu untersuchen. Mit denen, deren ungleiche Blumenblätter durch ihre Vereinigung eine unregelmäßige Korolle bilden, wollen wir uns zuerst beschäftigen. Gewöhnlich ist eines von diesen Blumenblättern mit dem Deckblatte gegenständig, d. h. es sieht auswärts und verwächst mehr oder weniger hoch mit den beiden zunächststehenden, während sich die beiden andern nach der entgegengesetzten oder inneren Seite werfen, so daß sich der Saum in zwei Theile oder Lippen, den oberen zweilappigen, den unteren dreilappigen theilt; und daß man beim Schneiden der Korolle nach einer mit der Achse parallelen Ebene zwei ungleiche von der Gestalt nach verschiedene Hälften erhält, wovon jede eine von diesen Lippen bildet; schneidet man sie nach einer Ebene, die senkrecht auf der vorhergehenden steht und nach der Achse, so erhält man zwei symmetrische Hälften. Der Kelch kann an und für sich regelmäßig sein oder an dieser Unregelmäßigkeit Theil nehmen; in diesem letzten Falle ist er selbst zweilippig. Von den fünf Staubgefäßen, die mit den fünf Blumenblättern wechselständig sind, entwickelt sich das, welches sich in dem Zwischenraume der beiden Lappen der obern Lippe einfügt, nur sehr selten; in den meisten Fällen schlägt es fehl, entweder unvollständig, indem es alsdann sein Dasein durch einen verkümmerten Staubfaden, wie z. B. in mehreren Scrofularieen und Bignoniaceen zu erkennen gibt, oder vollkommen. In diesen letzteren Falle erhalten von den vier andern Staubgefäßen die beiden unteren, die, welche mit den Lappen der unteren Lippe wechselständig sind, eine größere Entwicklung; die beiden seitenständigen, die, welche mit den beiden Lippen wechselständig sind, entwickeln sich auch, bleiben jedoch kleiner (in welchem Falle man tetradynamische Staubgefäße hat), oder sie entwickeln sich nur unvollständig und zeigen sich in dem verkümmerten Zustande (in welchem Falle die Blüte diandrisch ist).

§. 831. Man konnte bemerken, wie häufig in den Familien mit regelmäßigen sowie unregelmäßigen Blüten die binäre Zahl der Karpelle vorkommt, und eine aufmerksame Untersuchung bringt auf den Gedanken, daß dies wirklich noch häufiger geschieht, als es unsere Tabellen anzeigen. Wir finden in der That, daß sich bei gewissen Familien die Zahl der Fächer oft von vier auf zwei reducirt, daß aber alsdann in jedem die Zahl der Samenkörner doppelt ist; daß in andern die Zahl 4 der Karpelle constant ist, wie in den Labiaten und Borragineen; alsdann ist aber der einzige Griffel zweispaltig oder endigt sich in zwei Narben, und jede der Narben ist mit einem Karpellpaare gegenständig. Ueberdies kreuzen sich die Einfügungen der vier Eichen gewöhnlich nicht regelmäßig, sondern nähern sich paarweise und sind mit den beiden Narben gegenständig. Gewisse Mißbildungen zeigen uns die Karpelle getrennt, aber paarweise, wovon jedes Paar einen Griffel und eine Narbe trägt, und eine Gattung der Dichondreen hat zwei abgesonderte Griffel, wovon jeder gleichfalls zu einem Karpellenpaare gehört. Man dürfte vielleicht daraus den Schluß machen, daß jedes von diesen Paaren ein einziges zweilappiges oder zweieiiges Karpell vorstelle, was das häufige Vorkommen von zwei Eichen in jedem Fache der Eierstöcke, die ganz zweifächerig sind, und das Streben eben dieser Fächer, sich durch das Zurücklaufen einer Mittelscheidewand in zwei Abtheilungen zu theilen, bekräftigen würde. Eben dieser Umstand bringt in gewissen Fällen die scheinbare Zahl der Fächer auf 8; es sind alsdann wirklich nur vier; jedes ist aber durch eine Scheidewand in zwei getheilt; in diesem Falle findet man bei gewissen Verbenaceen statt acht einfächeriger Kerne, vier zweifächerige.

Die Stellung der beiden Fächer in Beziehung auf die Achse der Blüte ist dagegen unveränderlich und von Wichtigkeit. In den Scrofularieen, Solaneen, Acanthaceen u. s. w. ist eines von den Fächern oben, d. h. gegen die Achse, das andere unten, d. h. gegen das Deckblatt gekehrt. In den Gentianeen, Apocyneen, Asklepiadeen u. s. w. sind alle beide seitenständig und liegen in Beziehung auf die Achse das eine rechts, das andere links.

§. 832. **Bignoniaceen.** — Die Pflanzen aus dieser Familie sind Sträucher oder Bäume, welche durch die Schönheit ihrer Blüte merkwürdig sind, und wovon einige häufig in den Parken und Gärten gezogen werden; z. B. die Catalpa, die seit langer Zeit bekannt und gleichsam naturalisirt worden ist, und die Paulownia imperialis, die aus Japan stammt und sich bei uns erst seit einigen Jahren so schnell vervielfältigt hat. Viele von diesen Sträuchern sind Lianen, und die meisten zeigen in ihrem holzichten Systeme eine sonderbare Anordnung, die wir bereits (§. 87, Fig. 108) kennen gelernt haben. Das Holz bildet wirklich eine Säule mit vier sehr tiefen Keilen, so daß es auf seinem Horizontalschnitte eine Art Malteserkreuz vorstellt. Der Zwischenraum der vier hol-

Familien. Tab. XIII. Einblumenblättrige hypogynische,
mit unregelmäßiger Korolle, die wechselständige Staubgefäße enthält, die auf 4 oder 2, durch vollständiges oder theilweises Fehlschlagen, didynamische reduzirt sind.

Ovarium ein einziges, mit gipfelst. Griffel | fächerig, Mutterkuchenstellung | seitenständig. 1 einziges hängendes Korn | Dicke Samenhülle. 4 Staubgefäße | **Globularieen.**
centrale. Körner zahlreich | Keine Samenhülle. 2 Staubgefäße | **Utriculariaeen.**
wandständige auf mehreren Reihen, | fune. Didynamische Staubgefäße oder 2 | **Gyrtandraceen.**
Körner zahlreich | Samenhülle | dickeblättrige Pflanzen. Ovar manchmal bald verwachsen mit 2 Placentarien. Didynamische Staubgefäßen od. 2 | **Gesneriaceen.**
Schuppige Blatter. Die 4 Placentarien. Didynamische Staubgefäße | **Orobancheen.**
Fächerig Mutterkuchenstellung achsenständig. Körner | unbestimmt nicht gefügert. Samenhülle dic, fleischig. Didynamische Staubgefäße oder 2 | **Scrofularineen**
bestimmte 1—mehrere mit Haltern | gefügelte Keine Samenhülle. Didynam. Staubgef. | **Bignoniaceen.**
Keine Samenhülle. Didynamische Staubgefäße oder 2 reachtbare | **Acanthaceen.**
ein einziges hängendes fleischige Samenhülle. Didynamische Staubgefäße | Antheren | fächerig | **Myoporineen.**
fächerig | **Selagineen.**
ein einziges aufrechtes. Samenhülle fleischig. 4—5 Staubgefäße | **Stilbineen.**
2—fächerig Körner bestimmt. Frucht vierfächerig. Keine Samenhülle. Didynamische Staubgefäße | **Pedalineen.**
2, 4-fächerig 1 einziges aufrechtes Korn | Mehrfeie Frucht Samenhülle keine. Didyn. Staubgefäße | **Verbenaceen.**
4 getrennte, mit stempelförmigem Griffel. 1 einziges aufrechtes Korn. Keine Samenhülle. Didynamische Staubgefäße, sehr selten 2 | **Labiaten.**

Familien. Tab. XIV. Einblumenblättrige hypogynische,
mit regelmäßiger Korolle, welche die wechselständigen Staubgefäße in gleicher Anzahl enthält.

Ovarien mehrere getrennte | mit einem fadenförmigen Griffel | 4 Achänen; hängende Körner; keine Samenhülle | **Borragineen.**
Steinfrüchte 1—fächerige; einzelnstehende aufrechte Körner; Embryo doppelt lang um eine fleischige Samenhülle | **Rolanaceen.**
mit 2 grundständigen Griffeln; 2—4 Achänen; aufrechte Körner; keine Samenhülle; verkrümmte Kotyl. | **Dichondreen.**
ein einziges, mit einem oder mehreren keulenförmigen Griffeln; Samenhülle | Körner | 1—2 aufrechte in jedem Fach; verkrümmte; Fleisch- oder Wärzich. unterständig; Kotyl. | Kapselfrucht; 2, 3, 4fach. feine; 2fach. Fächerfrucht | **Convolvulaceen.**
Cuscuteen.
1 hängenden in jedem Fach; Wärzich oberständig; Kotyl. | geo-geu; Steinfrucht mit einem 1—5fach Kerne | **Cordiaceen.**
oder dünne; Wärzchen oberständig; ebene Kotyledonen; Steinfrucht mit 4 Kernen | **Ehretiaceen.**
dicke; 5fächer; 3; Mutterkuchenstellung achsenst.; Eichen gefügelte | **Gebaceen.**
bestimmte oder unbestimmte; Kapsel mehrfachsaligem Anwergen. Körner | nicht gefügelte | **Polemoniaceen**
ein einzige; centrale Mutterkuchenstell. | scorpioidartig | **Hydrophylleen.**
Eichen bestimmte od. unbest.; Kapsel mit fachsaligem Anwergen. Insectenkern; gerade | **Gentianeen.**
2; Mutterkuchenstell. achsenst.; Eichen unbestimmte; | wechselst.; 2 getrennte; Kapsel mit Griffel | fachspalt. Aufspringen; Embryo gerade | **Hydroleaceen.**
Blatter | ein einziger; Beere oder Kapsel mit wandspalt. Aufspr.; Embryo dogegen gegenst. | **Solaneen.**
aterblattlose, Pratterscheu der getrennten Korolle | **Gentianeen.**
Aitenbl.; klappig; Kapsel Präst. | mit 2 Knöchen, dachziegel | Kapsel | **Spigeliaceen.**
Beere | **Loganiaceen.**
Potaliaceen.
gebrebt; Beere oder Kapsel | **Apocyneen.**
2 getrennte, mit gipfelständigen durch die Narbe vereinigten Griffeln; Pollen | staubartig; Samenhülle fleischig oder hornig | **Asklepiadeen.**
in fester Masse in jedem Fache der Antheren und an der Narbe durch ein Stammchen befestigt; dünne Samenhülle

zichten Lappen ist ganz von der Rindensubstanz ausgefüllt, welche übrigens den ganzen Umfang regelmäßig bekleidet und ihm eine fast cylindrische Gestalt verleiht, so daß die Modifikation des Innern sich durchaus nicht nach außen kund gibt und nur durch den Schnitt sichtbar wird. Seltener ist die Zahl dieser Holzlappen doppelt, und jeder von ihnen spaltet sich später in zwei Lappen, indem er auf diese Weise die abwechselnd mehr oder weniger tiefen Kehlen des holzigen Körpers bis auf sechzehn bringt.

§. 833. **Acanthaceen.** — Wir haben als unterscheidendes Kennzeichen dieser Familie ihre mit einem Retinakel versehene Samenkörner angegeben. Unter diesem Worte versteht man hier eine Verlängerung des Mutterkuchens, die unter jedem Samenkorne als eine Sehne hervorragt; sie hat die Gestalt einer kleinen Dachrinne, die sich in eine Spitze endigt und oft hakenförmig gekrümmt ist. Nach dem Abfallen der Samenkörner bemerkt man diese Retinakel, welche bleiben und über dem inneren Rande der Scheidewände, die sich unter sich trennen und häufig auch der Klappen hervorragen, mit denen sie gegenständig sind. Bei einer kleinen Anzahl von Gattungen fehlen sie und werden alsdann durch einen kleinen, hornartigen Becher (Thunbergieen), der den Nabel umfaßt, oder durch eine Papille ersetzt (Nelsonieen).

§. 834. **Labiaten.** — Eine lippige Korolle (Fig. 296, 685), didynamische Staubgefäße, die durch das beinahe vollständige Fehlschlagen der beiden in der Mitte liegenden, selten auf zwei reduzirt sind (z. B. in der Salbei); vier Fruchtknoten mit einem einzigen stempelförmigen (Fig. 372), an seiner Spitze zweifachen Griffel (Fig. 686 s), unterscheiden diese Familie leicht von allen andern. Fügen wir noch einen gewöhnlich viereckigen Stengel und gegenständige Blätter bei; wenn man sogar nur die Vegetationsorgane zu seiner Verfügung hatte, so könnten sie durch das Dasein einer großen Menge kleiner, mit einem wesentlichen Oele angefüllter Behälter, womit die Blätter bedeckt sind, zur Diagnose ausreichen. Diesen Oelen

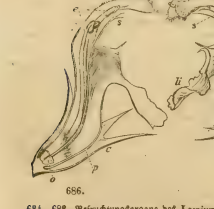
verdanken die Labiaten ihren aromatischen Geruch, der nach den Arten so mannigfaltig und bei einigen so angenehm ist; hieher gehören z. B. die Salbei, der Thymian, der Quendel, die Melisse, der Lavendel, die Münze, der Rosmarin, der Patchouly (eine Art Coleus) u. s. w. Bisweilen zieht man das Oel aus denselben, um es als Parfüm zu gebrauchen, bisweilen bereitet man die geistigen Wasser daraus, die wir so häufig anwenden, oder man macht verschiedene kosmetische Mittel mit demselben wohlriechend. Gewisse Blätter, wie die des Bohnenkrauts, des Majorans, des Basilikum kommen als Gewürze an unsere Speisen. Der Aufguß von mehreren bereits genannten (Salbei, Melisse) und noch anderer (der türkischen Melisse, der Gundelrebe), der etwas tonisch ist, wird als Thee getrunken. Der Wirkung, welche die Gegenwart wesentlicher Oele, deren gewöhnlich aufreizende Eigenschaft wir kennen, erzeugt, müssen wir in manchen Fällen auch noch die beifügen, welche das gleichzeitige Vorkommen eines andern harzig-gummichten Grundstoffes hervorbringt, der etwas bitter ist, und von welchem diese tonischen Kräfte ausgehen. Daher werden auch mehrere dieser Getränke aus diesem Grunde als magenstärkend angerathen, und wenn sogar dieser letzte Grundstoff in Menge vorhanden ist, so können sie zu fiebervertreibenden Mitteln werden (Gamander, Schlagkraut, Wasserknoblauch). Es ist zu bemerken, daß der Kampher, die Substanz, die wir schon in einer ganz verschiedenen Familie, in der der Laurineen angeführt haben, mit dem flüchtigen Oele der Labiaten verbunden vorkommt, und in einigen in einer solchen Menge (Salbei, Lavendel), daß sie mit Vortheil zu seiner Gewinnung benützt werden konnten. Man führt endlich einige Arten an, deren Wurzeln höckerige Wölbungen haben, und deren Stärkemehl ein Nahrungsmittel abgeben kann, und unter diesen eine in unserem Lande, den Stachys palustris.

§. 835. Die Borragineen nähern sich durch ihre vier abgesonderte Eierstöcke mit einem einzigen stempelbödigen Griffel den Labiaten; aber ihre wechselständige Blätter auf einem rundlichen Stengel mit ihrer fast beständig regelmäßigen Krolle, welche, sogar wenn sie es nicht ist (in den Echium), fünf antherentragende Staubgefäße hat, unterscheiden sie gleich bei dem ersten Anblicke, und dieser Unterschied wäre sogar leicht, wenn man nur ein einziges Blatt hätte, denn man könnte es an seiner weichen Consistenz, an seiner Oberfläche voll Raubheiten, welche von den gewölbten und von einfachen Haaren verhärteten Grundflächen herrühren, an seinem ganz von Oele entblößten Gewebe erkennen, und sie würden trotz der Aehnlichkeit des Pistills und der Frucht ohne irgend ein anderes Kennzeichen, wegen der Lage der hängenden anstatt aufrechten Eichen und wegen der Richtung des Würzelchens, die eine nothwendige Folge davon ist, und das in den Labiaten (Fig. 688) unterständig und bei den Borragineen oberständig ist (Fig. 691), schon dazu ausreichen. Die Eigenschaften von diesen, welche reich an Schleim sind, der ihrem Aufgusse bloß erweichende Eigenschaften verleiht, sind gleichfalls unterscheidend. Die Wurzel mehrerer Arten, namentlich der rothen Ochsenzunge (Anchusa tinctoria), welcher man die der Onosma echioides und des Lithospermum tinctorium substituiren kann, wird in der Färberei angewandt. Sie ist äußerlich, wo sie mit der Luft in Berührung kommt, roth, inwendig weiß, und enthält eine im Wasser unlösliche, im Alkohol, Aether, in Oelen und überhaupt fetten Körpern lösliche Materie, bildet mit den Alkalien eine Verbindung von blauer Farbe und wird aus ihrer Alkoholauflösung durch Metalllösungen in mannigfaltig gefärbte Lacke niedergeschlagen.

684.

687.

688.



686. 685.

684—688. Befruchtungsorgane des **Lamium album**: — *c* Kelch — *p* Krolle — *t* Röhre — *l* die obere Lippe — *li* die untere — *e* Staubgefäße — *s* Griffel und Narben.

684. Horizontalschnitt der Blüte.

685. Ganze Blüte, seitwärts gesehen.

686. Die Nämliche, senkrecht geschnitten.

687. Senkrecht geschnittene Frucht, so daß zwei von den Karpellen weggenommen wurden: — *c* bleibender Kelch — *g* Drüse — *r* fleischwildriger Fruchtboden, d. h. der den Griffel trägt — *o* zwei Karpelle.

688. Senkrecht geschnittenes Karpell: — *p* Fruchthülle — *t* Decke des Samenkorns — *e* Embryo.

689

690.

691

689—691 Befruchtungsorgane einer Ochsenzunge (**Anchusa italica**)

689. Horizontalschnitt der Blüte.

690 Ihr senkrechter Schnitt: — *c* Kelch — *p* Krolle — *a* ihre Anhängsel — *e* Staubgefäße — *o* Eierstöcke, wovon zwei durchschnitten — *s* Griffel.

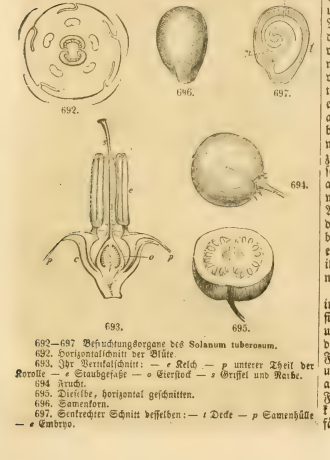
691. Eines von den Karpellen, senkrecht geschnitten: — *p* Fruchthülle — *t* Decken des Samenkorns — *e* Embryo.

Die Ehretiaceen und Cordiaceen waren anfänglich mit den Borragineen verschmolzen, und werden ihnen noch von mehreren Schriftstellern als bloße Zünfte beigesellt. Wir haben aus der Tabelle ersehen, daß sie sich von denselben durch die Einfügung des Griffels unterscheiden, mit welcher oft das Verwachsen der Karpelle in einen einzigen Eierstock, der häufig eine fleischige Frucht wird, verbunden ist. Die der Brustbeerbaumarten (Cordia sebestena

und myxa) haben ein schleimiges Fleisch, was sie in der Medizin anwendbar macht.

§. 836. **Solaneen.** — Die Pflanzen aus dieser Familie verdienen wegen der Energie und zu gleicher Zeit wegen der Mannigfaltigkeit ihrer Eigenschaften angeführt zu werden. Die gewöhnlichste ist die narkotische, welche in den Säften der Wurzeln, in den Blättern und Früchten von sehr bekannten Arten vorkommt: in der Belladonna (Atropa belladonna), in dem ehemals so berüchtigten Alrun (A mandragora), in dem Bilsenkraute (Hyoscianus niger) und andern Arten von derselben Gattung, in dem Stechapfel (Datura stramonium), in verschiedenen Arten der Gattung Nachtschatten (z. B. in dem Solanum nigrum), der so häufig auf unsern Feldern gefunden wird. Die Chemie hat besonders uns zu gleicher Zeit analoge Substanzen in diesen verschiedenen Pflanzen gefunden, woher sie ihnen auch die Namen Atropin, Hyoscianin, Daturin, Solanin gegeben hat, und von diesen scheinen ihre Eigenschaften abzuhängen. Die Physalis somnifera und die Nicandra physaloides erzeugen ähnliche, doch nicht so starke Wirkungen. Die von den Blättern des Tabaks sind äußerst heftig, wenn er innerlich genommen wird; er wird aber nur als Arzneimittel auf diese Weise verordnet, und bei dem gewöhnlichen Gebrauche kommt er bloß mit den äußersten Theilen der Haut, welche den Darmkanal überzieht, mit den Nasenlöchern als Pulver, mit dem Munde durch Kauen oder Rauchen in Berührung, eine Form, unter welcher seine Wirkung bedeutend geschwächt sein muß, und doch sehr energisch ist, wenn man nicht daran gewöhnt ist. Er kam aus Amerika zu uns. Die Bewohner von Haiti nannten ihn yati, und der Name Tabak, den sie der Pfeife gaben, wurde von den Europäern auf die Pflanze angewandt. Walter Raleigh brachte ihn im Jahre 1586 nach England; aber schon im Jahre 1560 wurde er in Portugal gebaut, von wo aus er durch den Gesandten Nicot, von dem man der botanischen Gattung den Namen Nicotiana gab, nach Frankreich gebracht wurde. Sein Gebrauch wurde anfangs von mehreren Regenten streng verboten; trotz Drohungen und Strafen faßte er aber immer festeren Fuß und wurde endlich ein Lieblingsgegenstand und zum Monopole, indem er einen wichtigen Zweig der Staatseinkünfte abgab, wie er es noch heutzutage ist. Auf der ganzen Erdfläche verbreitet, ist auch sein Anbau allgemein geworden, und man muß sich wundern, daß man sogar in Schottland und in Schweden eine Pflanze anbaut, die ursprünglich den Tropenländern angehört; diese Verbreitung läßt sich aber leicht erklären, wenn man bedenkt, daß es eine einjährige Pflanze ist, die um zu ihrer Vollkommenheit zu gelangen, nur wenige Monate Wärme braucht, und welche überdies in ihrem Vaterlande auf Höhen, mithin in einem gemäßigteren Klima wächst. Es werden mehrere Arten angebaut: die Nicotiana tabacum mit rosafarbenen Blüten im Allgemeinen; die N. rustica mit gelben Blüten, vorzüglich in Westafrika und Aegypten, sowie in dem südlichen Europa, wo man den Tabak von Salonich und wahrscheinlich auch den von Latakie daraus macht. Der von Schiras ist die N. persica, die vielleicht in diesem Lande einheimisch ist, was aber bei weitem noch nicht gewiß ist. Es ist auffallend bei dieser Familie, neben diesen giftigen Erzeugnissen andere von ganz verschiedener Natur anzutreffen. Die Früchte des spanischen Pfeffers (Capsicum) sind dem Geschmacke nach äußerst stechend, und sogar herb, können aber ohne Nachtheil gegessen werden; und die des Liebesapfels (Lycopersicum esculentum), der Eierpflanze (solanum melongena), und einiger anderer sind ganz mild und eßbar. Vorzüglich bildet aber die Anwendung des Erdapfels (Solanum tuberosum) einen starken Contrast mit allen anfangs von uns angeführten narkotischen Eigenschaften. Zwar wird dieses so gebräuchliche Nahrungsmittel von einem andern Theile der Pflanze geliefert, der auch durch die untern und unterirdischen Zweige (§. 190, Fig. 178), die bei ihrem Aufschwellen reiche Niederlagen von Stärkemehl bilden, ganz anders modifizirt ist. Auch aus Amerika ist dieses so nützliche Gewächs zu uns gekommen; aber aus welcher Gegend besonders? Man fand es wild in den Gebirgen von Chile gegen den 33sten Grad südlicher Breite; in den Gebirge von Peru, wohin es vielleicht von den Inka gebracht wurde; erst vor Kurzem fand man es auf den Höhen von Mexiko, wo es jedoch zu den Zeiten des Montezuma nicht bekannt war, und aus Virginien brachte es Raleigh nach England. Es ist aber immer schwer, anzugeben, ob eine Pflanze, die sich so leicht verbreiten läßt, von selbst an einem gewissen Orte gewachsen sei, oder ob sie durch die Nähe des Menschen zu einer gewissen Zeit daselbst zurückgelassen worden sei. Wie dem nun auch sei, so kostete es den Erdapfel weit mehr Mühe, in Europa einheimisch zu werden, als den Tabak, und bei uns kann man seinen Anbau im Großen erst von diesem Jahrhundert her datiren. Er war mehr im südlichen Frankreich gebräuchlich; es kostete die beharrlichsten Bemühungen eines aufgeklärten Menschenfreundes, des Parmentier, ihn auch in dem Norden einzuführen. Dieser Umstand muß uns jetzt noch äußerst befremdend vorkommen.

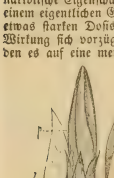
§. 837. **Scrofularineen.** — Sie stehen in der innigsten Verbindung mit den Solaneen, von denen sie sich bloß durch die Unregelmäßigkeit ihrer Korollen und ihrer Staubgefäße, die durch das Fehlschlagen des fünften auf vier didynamische, oder durch das Fehlschlagen von drei andern auf zwei reduzirt sind, unterscheiden. Daher wurden auch mehrere Gattungen abwechslungsweise zu der einen oder zu der andern Familie gezählt: z. B. das Verbascum oder Wollkraut, das anfänglich wegen seiner fünf Staubgefäße den Solaneen eingereiht wurde, wird jetzt

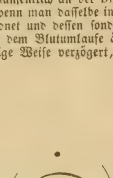


692—697 Befruchtungsorgane des Solanum tuberosum.
692. Horizontalschnitt der Blüte.
693. Ihr Vertikalschnitt: — *e* Kelch — *p* unterer Theil der Korolle — *t* Staubgefäße — *o* Eierstock — *s* Griffel und Narbe.
694 Frucht.
695. Dieselbe, horizontal geschnitten.
696. Samenkorn.
697. Senkrechter Schnitt desselben: — *t* Decke — *p* Samenhülle — *e* Embryo.

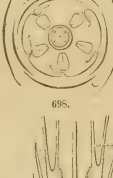
zu den Scrofularineen gerechnet, weil eben diese Staubgefäße, die zwar der Zahl nach fünf ausmachen, die aber ungleich, und unter sich, wie die Lappen der Korolle, verschieden sind, auf diese Weise ihr Streben zum Fehlschlagen deutkunden. Indessen unterschied die Scrofularineen mit wanstspaltigem Aufspringen von den Pedikularineen und Rhinanthaceen mit fachspaltigem Aufspringen; man vereint sie heutzutage, weil man die erste Art des Aufspringens an Pflanzen wahrnahm, die man von den ersten nicht entfernen kann und sie mit einander eine einzige und große Gruppe bilden, die in mehrere Zünfte unterabgetheilt wird. Man bemerkt an denselben auch bisweilen das wandabreißende Aufspringen. Im Allgemeinen sind sie, wie die Solaneen, herb und bitter und man findet an denselben auch bisweilen narkotische Eigenschaften, namentlich an der Digitalis, einem eigentlichen Gifte, wenn man dasselbe in einer etwas starken Dosis verordnet und dessen sonderbare Wirkung sich vorzüglich in dem Blutumlaufe äußert, den es auf eine merkwürdige Weise verzögert, nachdem es denselben auf Augenblicke beschleunigt hatte; man wendet es daher in den Krankheiten an, wo es darauf ankommt, den Lauf des Blutes zu mäßigen, bei Herzklopfen und Pulsadergeschwulsten.

§. 838. **Convolvulaceen.** — Die Cuscuteen und Dichondreen sind mit ihnen als bloße Zünfte vereinigt. Mehrere von den unterscheidenden Kennzeichen der ächten Convolvulaceen sind in der Tabelle XIV. angeben worden: wir fügen hier nur noch die deutlich gefünftete Stellung der fünf Kelchblättchen, die in ungleichen Höhen eingefügt sind, die Korolle mit fünf Falten, die in der Knospe gebreht sind (Fig. 638, 639 p), das fachspaltige Aufspringen der Kapsel bei. Die meisten Arten aus dieser Familie sind kletternd und wenn sie dabei holzicht sind, so kann man zu gleicher Zeit an denselben jenes Kennzeichen beobachten, das wir bei vielen Lianen angegeben haben, nämlich die Verbindung des Rindensystems mit dem Holzsysteme. Dieses letztere bildet hier eine centrale Säule, um welche herum sich andere Holzbüschel legen, die in concentrischen Ringen geordnet und nach dem Alter der Pflanze mehr oder weniger zahlreich sind. Die Rindensubstanz legt sich zwischen diese Ringe und bei jedem zwischen die mannigfaltigen Büschel, woraus er besteht. Sie zeigt sich bei einem frischen Schnitte um so deutlicher, als gewöhnlich bei Pflanzen aus dieser Familie Saftgefäße durch sie gehen, welche voll von einem milchigen Safte sind und dieser Saft bei seinem Ausfließen auf dem Schnitte das Rindennetz deutlicher macht, welches alle diese Holzbüschel einrahmt. Dieser Saft ist gewöhnlich äußerst abführend, eine Eigenschaft, welche von seiner harzigen Natur abhängt. Diese ist bei einer großen Menge von Arten aus der Gattung Convolvulus oder Winden nachgewiesen worden, wovon einige vorzüglich in der Medizin angewandt werden, z. B. die falsche Jalappa (C. jalapa), die Purgirwinde (C. scammonia), die Turbithwinde (C. turpethum) und andere. Vorzüglich in den Wurzeln kommt dieser Stoff in Menge vor und aus denselben gewinnt man ihn. Es ist bemerkenswerth, daß man in der nämlichen Gattung auch andere findet, die durch seine fast gänzliche Entfernung und durch eine ungeheure Entwicklung gesunde und beliebte Nahrungsmittel abgeben. Dahin gehört unter andern die Batatenwinde (C. batatas). Der C. dissectus enthält eine beträchtliche Menge Blausäure: auch ist er eine von den Pflanzen, aus welchen man den Nußliqueur bereitet.

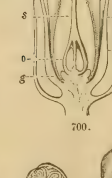

699.

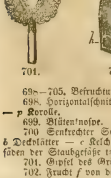

698.

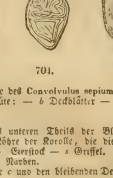
702.


700.

701.


703.


704.

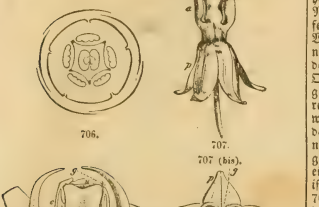

705.

698—705. Befruchtungsorgane des Convolvulus sepium.
698. Horizontalschnitt der Blüte: — *b* Deckblätter — *c* Kelch — *p* Korolle.
699. Blütenknospe.
700. Senkrechter Schnitt des unteren Theils der Blüte: — *b* Deckblätter — *c* Kelch — *p* Röhre der Korolle, die die Staubfäden der Staubgefäße trägt — *o* Eierstock — *s* Griffel.
701. Gipfel des Griffels und Narben.
702. Frucht *f* von dem Kelche *c* und den bleibenden Deckblättern *b* umgeben.
703. Samenkorn: — *h* Nabel.
704. Sein Schnitt, der die zerknitterten Kotyledone zeigt.
705. Abgesonderter Embryo.

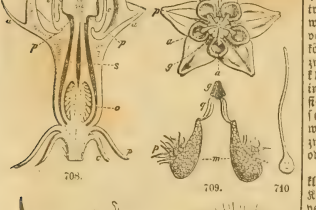
§. 839. **Gentianeen.** — Wir haben sie (Tab. XIV.) unter den Familien mit wandständiger und achsenständiger Mutterkuchenstellung figuriren sehen. Dies rührt daher, daß sich die Ränder ihrer beiden mit Samenkörnern versehenen Karpelle bald fast unmittelbar vereinigen, bald verwachsen, indem sie sich mehr oder weniger gegen das Innere des Faches zurückbiegen und auf diese Weise zwei unvollständige oder vollständige Scheidewände in denselben bilden. Wir haben unter ihren Kennzeichen die Gegenständigkeit der Blätter angeführt; man findet sie auch wirklich an denselben, ausgenommen bei zwei Gattungen, die in unsern Wassern ziemlich häufig vorkommen, der Villarsia und dem Menyanthes; bei dieser Gattung sind die Blätter nicht bloß wechselständig, sondern zusammengesetzt, während sie bei allen andern einfach sind. Daher hat man eine kleine Zunft aus den Menyantheen gemacht. Alle Gentianeen haben in ihren mannigfaltigen Theilen eine außerordentliche Bitterkeit, welche sie tonisch, magenstärkend und fiebervertreibend macht.

§. 840. **Apocineen** und **Asklepiadeen.** — Diese beiden Familien, die anfänglich in eine einzige vereint waren, von welcher sie bloß als zwei Zünfte angesehen wurden, zeigen wirklich die innigsten Verhält-

nisse und unterscheiden sich nur durch die Anordnung ihrer Staubgefäße, indem in den ersten der Pollen die gewöhnliche, staubige Beschaffenheit hat, während er sich bei den zweiten zu einer Masse vereinigt, die entweder körnig ist oder eine Härte besitzt, die sich mit der Härte des Wachses vergleichen läßt; gewöhnlich sind es zehn Körnchen, d. h. eines in jedem von den Fächern der fünf zweifächerigen und auswärts gekehrten Antheren, die auf dem Umfange einer dicken, fünfeckigen Narbe stehen. In einer noch nicht sehr vorangerückten Entwicklungszeit der Blüte organisiren sich in fünf Furchen dieser Narbe, welche mit den Antheren wechselständig sind, zwei kleine drüsenförmige Kör-



706. 707.



707 (bis). 708. 709. 710

711. 713. 712.

706—713. Befruchtungsorgane der Asclepias nivea: — c Kelch — p Krone — a Anhängsel, die den Kranz bilden — g drüsige Körper auf den Narben, welche die Pollenmassen tragen.

706. Horizontalschnitt der Blüte.

707. Die ganze Blüte.

707 (bis). Dieselbe von oben gesehen.

708. Senkrechter Schnitt derselben: — e Staubgefäße — o Eierstöcke — s Griffel, die eben durch den dicken Narbenkörper vereinigt sind, an dessen Grundfläche die Pollenröhren gegen die punkte pp eindringen.

709. Zwei Pollenmassen m, die durch zwei schwanzartige Verlängerungen g an einem andern Körper y vereinigt sind, den die Vereinigung von zwei Drüsen bilden — p Pollenkörner, die aus der Masse hervorzukommen.

710. Einige derselben besonders gesehen und noch mehr vergrößert.

711 Ansicht nur jetzt des Aufspringens. — ff Balgfapseln — p Mutterkuchen, der sich ablöst — g Samenkörner mit Fruchtröhrchen.

712 Einen derselben besonders: — a Fruchtröhrchen.

713. Senkrecht geschnittenes Samenkorn: — ie äußere Decke — ii innere Decke — e Samenhülle — e Embryo.

per, die später verschmolzen werden und wovon sich jeder in eine Art gallertartigen Schwanz verlängert, der sich in dem Augenblicke des Aufspringens mit dem äußersten entsprechenden Ende der Pollenmasse vereinigt und sie aus ihrem Fache an sich zieht, so daß, wenn man sie zu dieser Zeit beobachtet, diese Masse, die auf der Narbe stehende Drüse und ihre Verlängerung nur noch einen Körper auszumachen scheinen. Dieser Pollenkörper (Fig. 709) besteht aus einem Zellgewebe mit innig verwachsenen Zellen, wovon jede ein Korn mit einfacher Haut enthält, deren umgebende Zellenwand vielleicht für die äußere Haut gehalten werden muß. Wie dem nun auch sei, so bildet sich endlich auf einer Seite der Masse eine Längenspalte, und aus den so geöffneten Zellen kommen die Körner p heraus, die sich bloß auf den untern Theil der dicken Narbe (Fig. 708 pp) neben der Einfügung des Griffels legen, in welchen die Pollenröhren auf diese Weise eindringen. Diese Organisation des Pollen kann nicht wohl anders als mit derjenigen verglichen werden, welche wir früher bei einer gewissen Anzahl Orchideen kennen gelernt haben, und sie ist auffallend genug, um die Trennung der Asklepiadeen zu rechtfertigen. Wir wollen noch einen Zug beifügen, welcher viele ihrer Arten charakterisirt, und dies ist das Dasein von eben so vielen Anhängseln von mannigfaltiger Gestalt, die mit jedem der Staubgefäße gegenständig sind, und welche im Innern der Korolle einen eben so entwickelten Quirl bilden, als sie selbst ist, und dem man den Namen Kranz gibt (Fig. 707, 708 a). Wir haben die Anordnung der beiden getrennten Eierstöcke kennen gelernt, so wie die Griffel, welche sie endigen (Fig. 608, o, s), und welche bloß vermittelst des dicken, so eben beschriebenen Narbenkörpers vereinigt sind. Sie verwandeln sich später in zwei vielsamige Balgfrüchte (Fig. 711) bei allen Asklepiadeen und in allen ächten Apocineen; aber in einer Zunft von diesen (Dyhiorileen) werden sie zwei Steinfrüchte und in einer andern (Carisseen) sind sie gleich anfangs in einen einzigen verwachsen, der gewöhnlich eine Beere wird. In diesen zwei letztern Fällen findet man bisweilen bestimmte oder sogar einzelne Eichen.

Die Pflanzen aus den beiden Familien sind oft kletternd und in ihren Lianen fraucharti, der holzige Körper ist mehr oder weniger tief in mehrere Lappen von eben so vielen Unterbrechungen der Stetigkeit, welche die Rindensubstanz ausfüllt, getrennt. Der gewöhnlich milchige Saft ist herb und bitter, und aus der Erregung, die er hervorbringt, entstehen, nach dem Theile des Körpers, wohin er wirkt, verschiedene Resultate, Erbrechen oder Abführen, häufige Absonderung des Schweißes oder des Urins. So wurden die Blätter des Cynanchum arguel wie die Sennesblätter, unter welche man sie mengt, um sie zu verfälschen, aber auf eine weit gefährlichere Weise. Der Saft des C. monspeliacum führt heftig ab, während die Wurzel des C. ipecacuanha, eine von denen, welche in dem Handel unter diesem letztern Namen verwechselt werden, Erbrechen erregt. Die Schwalbenwurz (C. vincetoxicum) verdankt den botanischen Namen den Ausleerungen, welche dieselbe veranlaßt, und welche im Falle einer Vergiftung sehr nützlich werden können. Man kann aber im Allgemeinen sagen, daß diese gefährlichen Eigenschaften in den Asklepiadeen nicht so stark hervortreten, wie in der andern Familie, und man führt sogar einige an, deren Milch unschädlich sein und als Nahrungsmittel gebraucht werden soll. Sie ist übrigens reich an Kautschuk in einigen Arten, die zu Gewinnung desselben dienen.

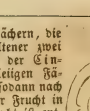
Wir haben gesagt, daß der Saft der Apocineen die scharfen Eigenschaften in einem stärkeren Grade besitze. Unter vielen Beispielen wollen wir nur den

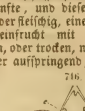
Oleander (Nerium oleander) anführen, dessen Extract sehr heftig, scharf-narkotisch ist, und dessen Ausflüsse allein, besonders in den südlichen Gegenden, wo er von Natur vorkommt, die schwersten Zufälle herbeiführen können. Etwas länger wollen wir uns bei den Samenkörnern mit dicker hornartiger Samenhülle aus der Gattung Strychnos verweilen, welche eines der wirksamsten Gifte, das man kennt, jenes Alkaloid enthalten, das man daher Strychnin genannt hat. Indem es ohne Zweifel auf das Rückenmark wirkt, so veranlaßt es in den Muskeln solche Zusammenziehungen, daß auf einige Zuckungen bald Steifheit und Unbeweglichkeit, sodann Todesohnmacht durch die Unterdrückung der Bewegungen des Athmens folgen. Dies kann man bisweilen an den herrenlosen Hunden bemerken, die durch Kügelchen, welche man zu diesem Ende auf unsern öffentlichen Spaziergängen hinwirft, und die aus der Brechnuß gemacht sind, vergiftet werden. Aus dieser (Strychnos nux vomica) und aus der St. Ignatius-Bohne (S. ignatiana) gewinnt man das Strychnin, das seine Eigenschaften auch der Rinde der falschen Angustura, welche gleichfalls von einer Strychnos, vielleicht von der Nux vomica selbst, herzukommen scheint, sowie dem berühmten Gifte, womit die Javaner ihre Pfeile vergiften, dem Upas tieuté, einer andern Art derselben Gattung (S. tieuté) mittheilt. Die Heilkunde wußte aber diese fürchterlichen Eigenschaften zu einem heilsamen Zwecke anzuwenden, und bediente sich des Strychnins in den Fällen, wo die gelähmte Muskelzusammenziehung durch ein sehr kräftiges Agens geweckt werden mußte; nur verordnet sie es in einer sehr geringen Dosis, in einem sehr kleinen Bruche von einem Grane. Die fleischige Fruchthülle verschiedener Arten von Carissеen nimmt an diesen gefährlichen Eigenschaften keinen Theil, und wird in den Ländern gegessen, wo sie wachsen: dahin gehören die Früchte der Carissa edulis und carandas, des Melodinus monogynus, der Willughbeia edulis u. s. w.

Perigynische Einblumenblättrige.

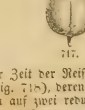
(Siehe Tab. XV.)

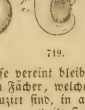
§. 841. **Rubiaceen.** — Diese Gruppe, eine der bedeutendsten und natürlichsten im Pflanzenreiche, kann aus verschiedenen Gründen in mehrere unterabgetheilt werden. Zuerst in zwei große Sektionen: die der Coffoaceen, mit Fächern, die ein einziges, oder seltener zwei Eichen enthalten; die der Cinchonaceen mit vieleigen Fächern. Man theilt sie sodann nach der Beschaffenheit ihrer Frucht in Zünfte, und diese Frucht ist entweder fleischig, eine Beere oder eine Steinfrucht mit mehreren Kernen, oder trocken, nichtaufspringend oder aufspringend, deren Karpelle


714.


715

716.


717.


719.

718.

zur Zeit der Reife vereint bleiben, oder sich trennen (Zig. 718), deren Fächer, welche in den meisten Fällen auf zwei reduzirt sind, in andern Fällen zahlreicher vorkommen; man theilt sie ein nach der fleischigen oder hornartigen Consistenz der Samenhülle; nach dem Blütenstande, dessen Blüten sich oft in einen Kopf zusammendrängen und sich gewöhnlich dadurch verschmelzen, daß sie unter sich an ihren Eierstöcken verwachsen; nach den Deckblättern, die mehr oder weniger entwickelt, bald unter sich in dem Zwischenraume der beiden Blattstiele verwachsen sind, und auf diese Art bisweilen Arten von Scheiden von mannigfaltiger Gestalt bilden. In den europäischen Rubiaceen entwickeln sich die Nebenblätter zu Blättern, welche

714. Horizontalschnitt des Galium mollugo.
715. Ganze Blüte.
716. Die Röhrliche senkrecht geschnitten: — c Kelch mit dem Eierstocke verwachsen — p Korolle — e Staubgefäße.
717. Frucht des Krapp (Rubia tinctorum).
718. Die Röhrliche nach Wegnahme der beiden Karpelle.
719. Senkrechter Schnitt des Samenkorns: — p Samenhülle — e Embryo.

Tab. XV.

Eine blumenblättrige perigynische

mit verwachsenem Ovarium mit regelmäßiger oder unregelmäßiger Korolle, die gewöhnlich wechselständige Staubgefäße in gleicher, selten geringerer Anzahl enthält.

Antheren getrennte; Blätter: gegenständig mit Afterblättern zwischen den Blattwinkeln: 2–mehrere 1–vielfamige Fächer: Frucht fleischig oder kapselartig; Samenhülle fleischig oder hornig; Präsorescenz klappenartig oder gerollt — **Rubiaceen.**

ohne Afterblätter: 2–mehrere, 1–vielfamige Fächer; Beere; Frucht fleischig oder hornig; Präsorescenz dachziegelig — **Kaprifoliaceen.**

Ein einziges vielsamiges Fach; Staubgefäße in gleicher Zahl und gegenständig; Präsorescenz klappenartig; Holzgewächse, Schmarotzer; Beere; Samenhülle fleischig — **Lorenthaceen.**

in geringerer Zahl wechselständig; Präsorescenz dachziegelig; Pflanzenkrautartig; Früchte nichtaufspringend; Samenhülle — **Valerianeen.**

wechselständig ohne Afterblätter: Aschrige Büschelfrucht; Körner unbestimmt; Samenhülle feine — **Dipsaceen.**

2–fächerige Kapsel; Körner unbestimmt; dichte Samenhülle; Staubgefäße unabhängig von der Korolle — **Sphenocleaceen.**

verwachsen: mit dem Griffel; getrennte Blüten; fleischige Samenhülle; unbestimmte Körner; Aschrige Kapsel — **Campanulaceen.**

unter sich in eine Röhre; Blüten getrennte; Samenhülle feine; geschlechtete Narbe; eingeschlossene Präsorescenz; Kerner — bestimmte; Frucht steinartig oder trocken nicht aufspringend; 4–fächerig — **Stylideen.**

unbestimmte; 2–4fächerige Kapsel — **Scävolaceen.**

fleischig: Narbe nackt; Präsorescenz klappenartig; Körner unbestimmt; Blüten — unregelmäßige; Frucht nicht aufspringend oder kapselartig; 3fächerig — **Goodeniaceen.**

regelmäßige Aschrige Kapsel — **Lobeliaceen.**

vereinigt in eine gemeinschaftliche Hülle oder einen Blütenkorb; Achäne; Korn umrindet; feine Samenhülle hängend; fleischige Samenhülle — oder zusammengesetzte Blüte; staminge Korolle — **Gapanulaceen.**

Compositen.

Calycereen.

den ächten ähnlich sind, und vermehren die Zahl derselben nach den verschiedenen Arten des Verwachsens oder des Spaltens der Nebenblätter mehr oder weniger. Daraus entspringt alsdann ein Quirl von gewöhnlich schmalen und sternförmig geordneten Blättern, weßwegen man diese Pflanzen sternförmige (stellatae) genannt hat; man sieht aber, daß sich immer nur zwei gegenständige Knospen an jedem Knoten entwickeln. Den verwachsenen Eierstock krönt oft eine fleischige Scheibe (Fig. 716), welche ein einfacher Griffel durchbohrt, welcher aber häufig bis auf eine ziemlich große Tiefe in eben so viele Aeste zertheilt ist, als man Fächer zählt.

Diese Familie zeigt bei einer sehr großen Zahl ihrer Arten merkwürdige Eigenschaften, die wir noch untersuchen müssen: die Rinde von mehreren ist adstringirend und in einem hohen Grade bitter, und besitzt in dieser Beziehung eine fiebervertreibende Kraft, welche vorzüglich in denen der Cinchona berühmt und im gewöhnlichen Leben unter dem Namen Chinarinde bekannter ist. Diese verdankt ihre Eigenschaft Alkaloiden, welche wir schon (§. 305) anzuführen Gelegenheit gehabt haben, dem Cinchonin und vorzüglich dem Chinin. Es gibt Arten, welche beide zu gleicher Zeit, andere, welche nur eines derselben enthalten; daher ist auch ihre medizinische Wirkung nicht ganz dieselbe. Ehemals verordnete man sie in Natur oder in Extracten, nachdem man ihre wirksamen Stoffe in Wasser oder noch besser, in Alkool aufgelöst hatte, der für eine solche Auflösung weit geeigneter ist. Heutzutage, wo man diese wirksamen Stoffe durch das Freidarstellen derselben zu gewinnen weiß, wendet man sie unmittelbar und demnach mit einer weit größeren Zuverlässigkeit des Erfolgs, den man erzielen will, und der zu verordnenden Dosis an. Es ist also begreiflich, wie sehr das zusammengesetzte Heilmittel, das man aus der Rinde erhielt, von dem einfachen Heilmittel, welches das immer identische Alkaloid, das man jetzt anwendet, verschieden sein müsse; es gibt noch andere Rubiaceen, z. B. die Portlandia hexandra, wo das Vorkommen des Chinins und Cinchonins in der Rinde auch nachgewiesen wurde. Es gibt aber auch einige, die, obgleich sie als fiebervertreibend angewandt wurden, keine Spur von jenen enthielten, z. B. die Exostema. Diese Eigenschaft liegt also in bittern Stoffen, welche verschieden sein können; sie ist keine Eigenschaft, die dem Chinin eigenthümlich ist, welches dieselbe nur in einem stärkern, bekannteren und demnach vertrauenswürdigeren Grade besitzt. Der Name Chinarinde, den man im gemeinen Leben der Rinde mehrerer Pflanzen, sowohl aus dieser als aus ganz verschiedenen Familien gibt, führt also durchaus nicht das Dasein des Chinins oder Cinchonins mit sich, sondern bloß das Vorkommen irgend eines bittern, tonischen und adstringirenden Stoffes, dessen Wirksamkeit in Heilung der Fieber anerkannt worden ist.

Die Wurzeln anderer Rubiaceen sind als Erbrechen erregend erfunden worden und unter ihnen vorzüglich die Cephaelis ipecacuanha. Dieser letztere Name ist gleichfalls andern, entweder aus derselben Familie (Psychotria emetica, verschiedenen Arten der Richardsonia und Spermacoce), oder aus ganz verschiedenen Familien, wie wir dies bei ihrem Vorkommen erörtert haben, gegeben worden. Man hat auch den wirksamen Stoff der Cephaelis, das Emetin, auszuziehen gelernt, das zu der Zusammensetzung ihrer Wurzel mit 16 Theilen auf 100 kommt, und man verordnet es jetzt abgesondert, gewöhnlich in einer Dosis von 4 bis 6 Gran. Findet es sich gleichfalls in allen andern erbrechenerregenden Wurzeln, welche auf diese Weise den Namen Ipecacuanha erhalten?

Andere Wurzeln werden wegen ihres Farbestoffes aufgesucht und auf eine nützliche Weise in der Färberei angewandt, besonders die des Krapps (Rubia tinctorum), von welcher wir anderswo gesprochen haben (§. 629). Mehrere Arten aus derselben Gattung (R. cordifolia und angustifolia), welche in andern Ländern zu Hause sind, haben die nämlichen Eigenschaften, welche andern aus unserem Lande, die zu derselben Zunft, wie die der gesternten Rubiaceen (z. B. Asperula tinctoria u. s. w.), oder zu verschiedenen Zünften gehören wie mehrere Morinda, die Hydrophylax maritima und die Oldenlandia umbellata), deren Wurzel unter dem Namen Chaya-vair bekannt ist, gemeinschaftlich zu sein scheinen. Da sie aber nicht so reich an färbenden Stoffen wie der Krapp sind, so sind sie vernachlässigt worden, oder ihre Anwendung ist weniger allgemein.

Der Kaffee ist das Samenkorn einer Rubiacee, der Coffea arabica, und fast seine ganze Masse wird von der hornartigen Samenhülle gebildet, welcher er seine Eigenschaften verdankt, die sich, wie man weiß, durch das Rösten zeigen, das durch die Verflüchtigung eines verdickten Oeles, an denselben das so geschätzte Arom entwickeln. Man findet in demselben noch ein anderes Oel, das bei 25 Graden schmilzt, einen bittern und einen andern stickstoffhaltigen Grundstoff, den man Coffein nannte, der aber, was wirklich sonderbar ist, mit dem Thein identisch zu sein scheint (§. 800), was ihn bis auf einen gewissen Punkt hin für die Völker nahrhaft macht, die sich nicht mit dem Aufguße begnügen und den Satz nicht von demselben absondern. Diese Pflanze, deren Anbau jetzt fast überall zwischen den Wendekreisen verbreitet ist, kommt von Oberäthiopien, von wo aus sie gegen das Ende des fünfzehnten Jahrhunderts nach Mokka gebracht wurde, wo sie sich so sehr an das Klima gewöhnte, daß man lange Zeit glaubte, daß sie daher stamme, und daß ihre Qualität daselbst jetzt noch für die beste gehalten wird. Den Kaffee brachten die Venetianer mit; in Frankreich und England wurde er in der Mitte des siebzehnten Jahrhunderts bekannt; später aber, und zwar durch die Holländer, die ihn zu Batavia und auf St. Moritz bauten, wurden Pflanzen nach Europa gebracht. Ihre erste Cultur im Garten zu Paris schreibt sich vom Jahre 1713 her und von da wurde vier Jahre später die Kaffeepflanze in unsere Colonien auf den Antillen gebracht: man hat es oft erzählt, wie alle diese Pflanzungen, die später auf Martinique, Cayenne, Bourbon ausgedehnt wurden, von einem einzigen Stocke herrühren, der damals während der Ueberfahrt durch die Sorgfalt des Kapitäns Declieux erhalten wurde, der sogar seine Wasserration mit ihm theilte. Es ist anzunehmen, daß die Samenkörner von andern Rubiaceen mit hornartiger Samenhülle einige Aehnlichkeit zeigen würden, und einige Versuche, welche mit denen des Galium zu einer Zeit angestellt wurden, wo die Continentalsperre die Einfuhr des Kaffee aus den Colonien hinderte, unterstützen diese Annahme. Sie sind übrigens nicht fortgesetzt worden und dies ist natürlich; es ging den Kaffeesurrogaten wie überhaupt allen Surrogaten: man legt das Schlechtere bei Seite, wenn man sich das Bessere leicht zu verschaffen weiß.

§. 842. **Caprifoliaceen.** — Diese Familie wird in zwei Zünfte eingetheilt: die eine, welche den Holunder zum Typus hat, ist die der Sambucineen, deren Blumenkrone regelmäßig ist; auf dem Eierstocke befinden sich drei sitzende Narben; an dem Samenkorne ist eine Naht, welche regelmäßig seiner inneren Seite folgt; die andere, welche das Geisblatt zum Typus hat, ist die der Loniceren mit bisweilen unregelmäßiger Krolle, und fadenförmigem Griffel; die Naht des Samenkorns zieht sich an der äußern Seite desselben hin. Zu dieser sonderbaren, allen Gattungen gemeinschaftlichen Anordnung kommt noch bei einigen eine andere, welche angeführt zu

werden verdient, nämlich die, daß unter den verschiedenen Fächern eines und desselben Eierstockes, eines oder zwei (z. B. in dem Symphoriocarpos) ein einziges Samenkorn enthalten, das zur Reife kommt, während die andern mehrere enthalten und mit ihnen fehlschlagen. Wir wollen auch noch bemerken, daß die Früchte von zwei nahe stehenden Blüten später oft verwachsen, daß sie nur eine einzige vorstellen, z. B. in dem zweiblumigen Geissblatte.

§. 843. **Loranthaceen.** — Der Platz dieser Familie hier ist zweifelhaft; denn wenn die Blumenblätter oft in eine staubgefäßtragende Röhre verwachsen, so sind sie auch oft vollständig unabhängig; oft fehlen sie sogar in mehreren Gattungen, und diese sind gewöhnlich diklinisch. Nach denen, deren Untersuchung man vorzog, konnte man sie unter die Vielblumenblättrigen neben die Araliaceen und Cornaceen, unter die Blumenblattlosen neben die Santalaceen oder vielleicht Proteaceen reihen. Die Vegetation dieser Pflanzen, wovon un'ere Mistel (Viscum album) einen Begriff geben kann, ist sonderbar, denn sie pflanzen sich beim Keimen auf die Rinde der anderen Bäume ein, und ziehen aus derselben ihre Nahrung, bald durch Wurzeln, die sich zwischen diese Rinde und das Holz hineinmachen, häufiger aber durch eine Klebrigkeit, die immer weiter in das Holz des fremden Baumes eindringt, in dem Verhältnisse, als dieser durch den Zusatz neuer Schichten wächst und eine unmittelbare Verbindung zwischen ihm und dem Holze der Schmarotzerpflanze begründet. Diese besteht gewöhnlich aus einer Reihe von Gelenken, an deren jedem sie sich durch Dichotomie verästet und das ganze Jahr hindurch ihre Farbe, gewöhnlich die grüne, behält. Die Antheren der Mistel zeigen einen sehr sonderbaren Bau; jede ist auf der Oberfläche einer Kelchzertheilung verwachsen, wie ein Schwamm von einer großen Menge von Poren durchlöchert, welche die Oeffnungen von eben so vielen pollenhaltigen Gruben sind. Von ihren zwei Eichen entwickelt sich ein einziges, oder es verwachsen auch wohl zwei bis drei mit einander, so daß das Samenkorn alsdann eben so viele Embryonen hat, die an ihren Würzelchen divergiren, an ihren Kotyledonen aber convergiren und sogar verschmolzen werden. Die sie umgebende Samenhülle ist grün und die Fruchthülle strotzt von einer dem Vogelleime ähnlichen klebrigen Materie.

§. 844. **Valerianeen.** — Wir haben sie unter die Familien gestellt, deren Frucht ein einziges Fach zeigt. Man findet aber in dem Eierstocke drei, wovon zwei beständig fehlschlagen und deren Spuren man nur zur Zeit der Reife wahrnimmt. Die Staubgefäße sind der Zahl nach selten den Zertheilungen der Korolle gleich; in den meisten Fällen sind sie auf drei oder sogar nur auf ein einziges reduzirt (Centranthus). Die Wurzeln einiger Valerianeen (V. officinalis, phu, celtica) sind bitter und aromatisch, sie haben einen starken Geruch, den man bei uns für unangenehm hält, während andere ähnliche als Wohlgerüche in dem Oriente berühmt sind.

§. 845. **Dipsaceen.** — Die Blüten sind dadurch merkwürdig, daß um jede herum eine Hülle oder ein Kelchleim steht, wodurch der Kelch doppelt erscheint (Fig. 276, 277). Der eigentliche oder innere Kelch ist oft nur unvollständig, und bloß an dem oberen Theile seiner verengten Röhre mit dem Eierstocke verwachsen. Dieses Kennzeichen nebst dem von 4 bisweilen didynamischen Staubgefäßen geben dieser Familie Beziehungen mit andern hypogynischen Vielblumenblättrigen, namentlich mit den Globularien. Auf der andern Seite drückt ihnen die Anordnung der in einen Blütenkopf zusammengedrängten Blüten, die eine verlängerte Hülle einschließt (Fig. 188, 200), eine außerordentliche Aehnlichkeit mit den Blütenkörben der Compositen auf, und der häufige Uebergang der Zertheilungen des Kelchsaumes in den Zustand der Fruchtkrone, den man auch bei den Valerianeen bemerkt, bestätigt diese Verwandtschaft, die vielleicht übertrieben wurde.

§. 846. **Campanulaceen.** — Diese Familie zeigt unter den Einblumenblättrigen eine merkwürdige Ausnahme, die wir nur bei mehreren von den in Tabelle XII. aufgeführten, angetroffen haben, nämlich die, daß die Staubgefäße nicht auf der Blumenkrone, sondern unmittelbar auf dem Kelche eingefügt sind (Fig. 722). Es ist wahr, daß diese Korolle ein eigenthümliches, trockenes und häutiges Gewebe hat (wie das bei vielen Ericineen ist), und anstatt in einem Stücke abzufallen, wie die meisten staubgefäßtragenden Korollen, an ihrem Platze bleibt und über der Frucht vertrocknet (Fig. 416 e, 724). Diese öffnet sich am Gipfel entweder in mehrere Klappen, welche in dem übrigen Theile ihrer Ausdehnung verwachsen bleiben, oder in seitenständige Oeffnungen (Fig. 116 t),

welche eben so vielen Fächern entsprechen, deren Zahl bald der Zahl der andern Theile der Blüte gleich kommt, bald sich auf zwei oder drei reduzirt. Die Campanulaceen nähern sich durch ihren Wuchs, durch ihre Präfloreszenz; durch ihre mit Sammelhaaren versehene Griffel, durch ihre bisweilen in eine Röhre (in der Jasione) verwachsene Antheren sehr den Compositen, durch ihren milchigen Saft den Chicoraceen. Dieser ist etwas scharf, doch in keinem so hohen Grade, daß nicht die jungen Wurzeln von mehreren Arten, z. B. die der Rapunzel, gegessen werden könnten.

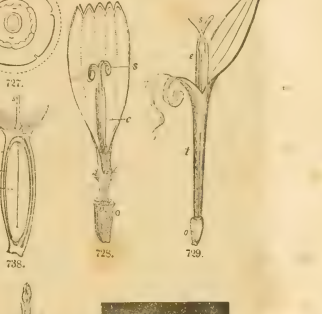
§. 847. **Lobeliaceen.** — Innig mit den vorhergehenden verbunden, dienen sie auch noch durch das constante Verwachsen ihrer Antheren dazu, sie inniger mit den Compositen zu verbinden, deren auf der einen Seite oft gespaltene Blumenkrone mit ihren

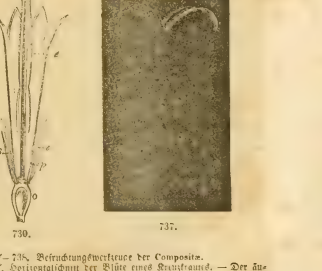
720—727. Befruchtungsorgane der Rapunzel (Campanula rapunculus): — *c* Kelch — *p* Korolle.
720. Horizontalschnitt der Blüte.
721. Ihre Blütenknospe.
722. Senkrechter Schnitt der Blüte: — *e* Narben — *o* Eierstock mit der Röhre des verwachsenen Kelches — *e* Staubgefäße.
723. Horizontalschnitt des Eierstocks.
724. Frucht, von dem Kelchsaume gekrönt.
725. Samenkorn
726. Das Nämliche senkrecht geschnitten: — *p* Samenhülle — *e* Embryo.
727. Abgesonderter Embryo.

auf der anderen Seite zurückgeworfenen fünf Zertheilungen, an die Bandblüten erinnert. Sie haben auch Sammelhaare, welche um die Narbe herum in einem Kreise stehen, den man unfehlbar für das Analoge von dem Schleierchen der benachbarten Familien halten darf. Ihr Saft ist auch milchig und hat eine außerordentliche Schärfe, welche vielen Arten energische, sogar giftige Eigenschaften mittheilt, und alle verdächtig machen muß.

§. 848. **Compositä.** — Diese Pflanzengruppe, zu welcher 6000 Arten gehören, darf weniger für eine Familie, als für eine Klasse gehalten werden. Wir haben gesehen, daß sie die zehnte nach Jussieu's Methode bildet, und fast alle Schriftsteller sind übereingekommen, sie als solche in ihren verschiedenen Klassifizirungen unter dem einen oder dem andern Namen anzunehmen. Linne (§. 688) gibt ihr den Namen Syngenesie. Was die Unterabtheilungen anbetrifft, die man nachher in derselben eingeführt hat, so ist es erforderlich, um sie gehörig zu verstehen, zuerst einen Begriff von dem Bau und der Anordnung dieser Blüten zu geben. Sie sind an dem Ende eines mehr oder weniger erweiterten Blattstieles in einen Blütenkopf oder Blütenkörbchen vereinigt (§. 209), das eine Hülle von einer oder mehreren Reihen von Blättchen umgibt (§. 230). Durch diese Anordnung haben sie das Aussehen einer einzigen Blüte, deren Hülle der Kelch sein würde, und daher kommt der Name **gemeinschaftlicher Kelch**, den man ihm ehemals gab. Die kleinen Blüten können von zweierlei Art sein: regelmäßig, deren Saum sich in fünf gleiche Zähne oder Lappen theilt (Fig. 730); unregelmäßig, deren weit gespaltener Saum sich nach außen als ein Blattzünglein wirft, das aus fünf Theilen besteht, verwachsen ist, und sich demnach in fünf kleine Zähne endigt (Fig. 295, 728); die ersten werden **Blütchen** (flosculi), die zweiten **Bandblüten** (semi flosculi, ligulæ) genannt. Diese Blüten sind bald Zwitterblüten, bald bloß männliche oder weibliche, bald geschlechtslos. Auf diese mannigfaltige Verbindungen, die auf diese Weise in einem und demselben Blütenkopfe vorkommen können, hat man die Eintheilungen der ganzen Gruppe gegründet. Linne unterschied sie nach der Vertheilung der Geschlechter in den Blüten eines und desselben Blütenkopfes; es können alle Zwitterblüten sein (gleiche Polygamie), die Zwitterblüten sind mit weiblichen Blüten vermischt (übersüssige P.) oder mit geschlechtslosen (vergebliche P.); die einen sind männlich, die anderen weiblich (nothwendige P.); oder er theilte sie nach der Vertheilung der Hüllen ein, wovon mehrere in einen einzigen Blütenkopf gebracht sind (getrennte P.), oder jede auf eine einzige Blüte beschränkt wurde (monogamische P.). Tournefort, dem man weit eher folgte, theilte sie in **bandblütige** (solche, wo der Blütenkopf nur aus Bandblüten besteht), und in **strahlige** (solche, wo er aus beiden besteht) ein; dieser letztere Name kam davon her, weil die Bandblüten alsdann die Peripherie des Blütenkörbchens einnehmen, in einem Kreise herumstehen, von welchem aus die Bandblüten nach außen strahlen; die Blütchen nehmen den Mittelpunkt ein, wo ihre Vereinigung eine Scheibe (discus) bildet. Später modifizirten Vaillant, und nach ihm Jussieu diese Eintheilung in etwas, behielten die Bandblüten unter dem Namen Chicoraceen, brachten unter dem Namen der Corymbiferen alle strahligen mit Ausnahme einiger röhrenblütigen zusammen, deren Rest die Cinarocephalen bildet, die sich durch ihren Wuchs und durch ihren unter den Narben gewölbten Griffel auszeichnen.

Man hat bis auf einen gewissen Punkt diese letztere Klassifizirung geachtet, während man in der neueren Zeit die Eintheilungen und Unterabtheilungen der Compositen äußerst vervielfältigte. Man theilt sie jetzt in drei große Serien: erstens, die **Bandblütigen** (Fig. 728), welche den Chicoraceen entsprechen; zweitens, die **Lippblütigen** (Fig. 729), deren Korollen eine Unregelmäßigkeit zeigen, die von der der vorhergehenden verschieden ist, indem sie sich in zwei Lippen theilen, wovon die eine einwärts gekehrt ist und aus einer oder zwei Zertheilungen besteht, die andere auswärts und aus vier oder drei andern besteht. Diese Pflanzen waren ehemals kaum bekannt, und darum finden wir sie in den alten Klassifizirungen nicht; drittens, die **Röhrenblütigen** (Fig. 730), von denen alle Blüten, oder nur die auf den Scheiben, röhrig und regelmäßig sind, und welche demnach die Strahligen und die Röhrenblütigen begreifen, unter welchen aber eine Zunft, die der Cinareen noch





727–738. Befruchtungswerkzeuge der Compositæ.

727. Horizontalschnitt der Blüte eines Kreuzkrauts. — Der äußere punktirte Kreis zeigt das Fruchtknötchen oder Saum des Kelches an.

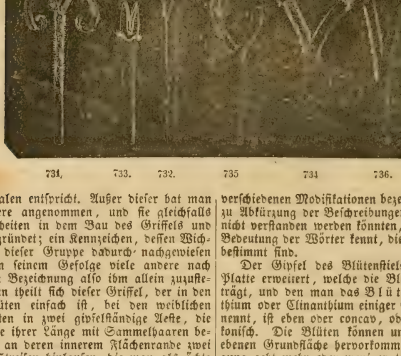
728. Bandblüte der Cichorie (Chicorium intybus): — *o* Mit dem Kelche verwachsener Eierstock — *c* Röhre, welche von den Staubgefäßen gebildet und von dem zweispaltigen Griffel *s* durchzogen wird.

729. Blüte einer Lippblütigen (Chaiantbera linearis): — *o* Verwachsener Kelch und Eierstock — *t* Röhre der Korolle — *lo* obere Lippe — *li* untere Lippe — *e* Röhre der Antheren — Gipfel des Griffels.

730. Blütchen einer Röhrenblütigen (Aster rubricaulis), der in seiner ganzen Länge so gezeichnet ist, daß er das aufrechte Eichen in dem Eierstocke, das mit dem Kelche verschmolzen ist und die Antherenröhre *e* trägt, die auf der Korolle *p* steht, und durch welche der Griffel *s* geht: — *o* Fruchtknötchen.

737. Gipfel des Griffels einer Vernonie (Vernonia angustifolia).

738. Reife Frucht eines Kreuzkrautes, senkrecht gezeichnet.



731. 733. 732. 735 734 736.

den Cinarocephalen entspricht. Außer dieser hat man noch vier andere angenommen, und sie gleichfalls auf Verschiedenheiten in dem Bau des Griffels und der Narben gegründet; ein Kennzeichen, dessen Wichtigkeit man in dieser Gruppe dadurch nachgewiesen hat, daß es in seinem Gefolge viele andere nach sich zieht, deren Bezeichnung also ihm allein zuzustehen scheint. Nun theilt sich dieser Griffel, der in den männlichen Blüten einfach ist, bei den weiblichen und Zwitterblüten in zwei gipfelständige Aeste, die an einem Theile ihrer Länge mit Sammelhaaren bedeckt sind, und an deren innerem Flächenrande zwei kleine drüsige Streifen hinlaufen, die man als ächte Narben betrachtet, obgleich man diesen Namen oft den ganzen Aesten gibt. Wir haben bereits gesehen, daß man in den Cinareen (Fig. 733) unmittelbar unter diesen Aesten eine Wölbung oder einen Knoten bemerkt, welcher öfters mit Haaren besetzt ist; die Narbenstreifen durchziehen den Ast in seiner ganzen Länge, und fließen an seinem Gipfel zusammen. In den Senecionideen (Fig. 734) ist der Griffel vollkommen cylindrisch, die Aeste sind an ihrem Gipfel abgekürzt, den oft ein Haarbüschel krönt, über welchen hinaus sie sich bisweilen in einen Konus oder in ein anderes Anhangsel verlängern; aber immer an diesem Punkte halten die Narbenstreifen an, ohne zusammenzufließen. Bei den Asteroideen (Fig. 735) setzen sich die linearischen Aeste ohne Veränderung bis zu ihrem Gipfel fort, und nur äußerlich platten sie sich ab und bedecken sich mit sehr feinen Haaren, und die Streifen hören in derselben Höhe auf. Die Aeste sind lang, etwas keulenförmig ausgeweitet und auswärts mit Pavillen bedeckt in den Cupatoriaceen (Fig. 736); sie sind entweder gestreckt und pfriemlich, oder kurz und stumpf, mit langen und gleichen Haaren besetzt in den Vernonieen (Fig. 737); in beiden halten die Randstreifen vor der Mitte des Astes ab. Man hat diese sieben Zünfte: die Bandblütigen, die Lippblütigen und die fünf, die wir soeben bei den Röhrblütigen angegeben haben, in eine große Anzahl von Sektionen unterabgetheilt, die wir hier nicht anführen können.

Nothwendig ist es aber doch, noch einige Erörterungen über die hauptsächlichsten Punkte des Baues der Organe dieser so wichtigen Klasse und über die besondern Ausdrücke beizufügen, durch welche man ihre verschiedenen Modifikationen bezeichnet: Ausdrücke, die zu Abkürzung der Beschreibungen dienen, und welche nicht verstanden werden könnten, wenn man nicht die Bedeutung der Wörter kennt, die zu diesem Gebrauche bestimmt sind.

Der Gipfel des Blütenstiels, der sich zu einer Platte erweitert, welche die Blüten des Blütenkopfs trägt, und den man das Blütenlager (Phoranthium oder Clinanthium einiger Schriftsteller, §. 209) nennt, ist eben oder concav, oder convex, oder sogar konisch. Die Blüten können unmittelbar aus seiner ebenen Grundfläche hervorkommen, oder ihre Einfügung geht mehr oder weniger tief in dieselbe hinein, und macht daran Feldchen (receptaculum areolatum), oder sogar tiefere Zahnfächer (receptaculum alveolatum), deren Ränder sich um die Grundfläche eines jeden Eierstockes oder Achäne in bald stetigen, bald in bäutige, unregelmäßige Zünglein ausgezackten Platten, oder oft auch in Spreuborsten oder Haaren (receptaculum fimbrilliferum) erheben. Diese Vereinigung von Blüten umgibt eine Hülle von Blättchen oder Deckblättchen von verschiedenen Gestalten, welche oft die Gestalt von Schuppen annehmen, und auch den Namen derselben führen; bisweilen enden sie sich in Dornen, wie bei den Disteln, und stehen kreisförmig in einer einzigen oder in zwei concentrischen Reihen (§. 230), oder gewöhnlich ziegeldachförmig in einer Spirale. In einigen Fällen verwachsen sie unten miteinander, oft bleiben sie aber auch getrennt. Diese in mehreren Reihen stehende Deckblätter tragen keine Blüte in ihrer Achsel, jedoch sind oft die der inneren Reihe ausgenommen; jede einzelne Blüte kann aber von einem eigenthümlichen Deckblatte begleitet sein, das mit derselben aus dem Fruchtboden hervorkommt und zwischen den Blüten verflecht und dem Einflusse des Lichts entzogen, die Consistenz und das Aussehen einer weiblichen Schuppe oder einer Haut annimmt (Deckblättchen). Wenn diese Deckblättchen den Fruchtboden bedecken, so nennt man ihn spreublättrig (receptaculum paleaceum); fehlen sie gänzlich, so heißt er nackt (r. nudum oder epaleaceum). Die Hülle enthält lauter Zwitterblüten (einehige Blütenköpfe, capitula homogama), oder auch Blüten beider Arten (verschiedenehige Blütenköpfe (c. heterogama): in diesem letzteren Falle nehmen die geschlechtslosen oder die weiblichen Blüten den Umfang, die Zwitter- oder die männlichen Blüten den Mittelpunkt ein. Vereinigt er männliche und weibliche Blüten, so ist er einhäufig (c. monoica). Wenn bei den Blütenköpfen die einen bloß aus männlichen, die anderen bloß aus weiblichen Blüten bestehen, die sich aber auf einer und derselben Pflanze befinden, so heißen sie verschiedenköpfig (c. heterocephala); befinden sich die männlichen auf anderen Stöcken als die weiblichen,

731—736. Gipfel der Griffel der Compositä, die zu den verschiedenen Zünften gehören; man sieht die beiden Narbenstreifen die innere Fläche der beiden Aeste begrünen, womit jeder dieser Griffel endigt. Mehrere tragen Sammelhaare außen, unten und oben.

731. Gipfel des Griffels einer Chicoracee (Chicorium intybus).
732. Gipfel des Griffels einer lippblütigen (Chamanthes linearis).
733. — — — — Cinaree (Thevenotia).
734. — — — — Senecionidee (Senecio doria).
735. — — — — Asteroidee (Aster adulterinus).
736. — — — — Cupatoriacee (Stevia purpurea).

so sind sie zweihäusig (c. dioica). Wir haben bereits gesehen, daß die Blütenköpfe bloß röhrenblütige Blüten (c. flosculosa seu discoidea), oder bloß bandförmige (c. semiflosculosa seu ligulata), oder beide zugleich (c. radiata) enthalten können; sie können überdies noch alle zweilippig (c. falso-discoidea), oder die an der Peripherie (sandörmig und die im Mittelpunkte lippig sein (c. falso-radiata seu radiatiformia): bisweilen können in röhrenblütigen oder zweilippigen Blütenköpfen, wie die der Kornblume und vieler anderer Centaurern, die äußeren Blüten, während sie die Gestalt der inneren beibehalten, eine weit größere Entwicklung erhalten (c. coronata).

Der Kelch ist mit dem Eierstock verwachsen, den er vollständig deckt und endigt sich bisweilen mit ihm so, daß er keine Spur von Saum zeigt, bisweilen verlängt er sich ein wenig darüber hinaus in eine Art kleiner Krone, öfters in mehrere Zertheilungen, welche nur selten die Gestalt von Blättchen, häufiger die von Spelzchen oder Schuppen, am gewöhnlichsten aber die von einer Fruchtkrone haben, welche oft auf dem Gipfel des Eierstockes anfängt (sitzende Fruchtkrone), oder auf einer fadenartigen Verlängerung der Kelchröhre steht (gestielte Fruchtkrone). Wir haben anderswo (§. 417) die Natur und die verschiedenen Modifikationen der Haare der Fruchtkrone kennen gelernt.

Zu den Hauptformen der Blumenkrone, welche wir kennen gelernt haben, müssen wir noch die Kenntniß einiger merkwürdiger Merkmale an derselben beifügen. Dahin gehört das ihrer Benennung; wir wissen, daß gewöhnlich in den Blüten der anderen Pflanzen der Mittelnerve vorherrscht, und daß demnach in der Röhre in der einblumenblättrigen Korolle die fünf Hauptnerven den fünf Lappen gegenständig sind, in deren Achse sie sich endigen. So verhält es sich nicht in den Blüten der Compositen: die fünf Nerven sind mit den Lappen wechselständig; bei ihnen angelangt, theilen sie sich in zwei, die sich an ihren entsprechenden Rändern so verlängern, daß jede Zertheilung des Saumes von zwei hervorragenden Nerven begränzt ist, die an seinem Gipfel zusammenfließen (Fig. 728, 730). Die seitenständigen erlangen also hier die größte Entwicklung. Sie sind paarweise in der Röhre verwachsen, in dem Saume getrennt: was die Mittelnerven anbetrifft, so zeigen sie sich auch bisweilen, selten aber gewahrbarer. Man hatte den Vorschlag gemacht, die Compositen nach diesem so merkwürdigen Kennzeichen blumenblättrige mit rings herumlaufenden Nerven (Nervamphipetalées) zu nennen. Die klappenartige Praeforeszenz steht mit dieser Anordnung in Verbindung. Man bemerkt an derselben Blumenkronen von allen Farben, und bald haben alle Blüten eines Blütenkopfs die nämliche (gleichfarbige Blütenköpfe, Capitula homochroma), bald eine verschiedene (ungleichfarbige Blütenköpfe, Capitula heterochroma). Die der Scheibe sind alsdann gelb, die des Radius weiß oder von irgend einer Schattirung aus der Reihe der cyanfarbigen.

Die Staubgefäße, welche auf der Röhre der Korolle stehen, haben freie oder verwachsene Staubfäden, ihre Antheren sind aber immer an ihren Rändern verwachsen und bilden auf diese Weise eine Röhre (Fig. 738 bis 740 e), und unterscheiden sich unter sich nur durch ihre Gipfel, welche gewöhnlich in ein mehr oder minder langes Anhängsel ausgehen und oft auch durch ihre in einen Schwanz verlängerte Grundfläche (Antherae caudatae), welche in anderen fehlt (Antherae ecaudatae). Der Griffel, den wir beschrieben haben, geht durch die Röhre, welche von den Antheren gebildet ist, und regt bei seiner Verlängerung vermittelst seiner Sammelhaare, welche in die Spalten ihrer Fächer hineingehen, den in denselben enthaltenen Pollen ab.

Der Eierstock hat ein einziges aufrechtes Eichen in einem einzigen Fache (Fig. 730 o); dürfte man indessen nicht nach der doppelten Zahl der Narben und dem Vorkommen von zwei Haltern, welche bisweilen von dem Entstehen des Griffels ausgehen, die innere Wand des Faches in entgegengesetzter Richtung und von oben nach unten bis zur Einfügung des Eichens gehen sieht, voraussetzen, daß er wirklich aus dem Verwachsen von zwei Karpellen entstanden ist? Er wird eine Achäne, welche durch die Abwesenheit oder die Gegenwart und durch die Natur der Fruchtkrone nützliche Kennzeichen liefert. Das Samenkorn verschmilzt bisweilen beim Wachsen seine aus einer doppelten Haut bestehenden Decken mit der Fruchthülle. Der Embryo kehrt gegen den Befestigungspunkt hin sein kurzes Würzelchen nach unten (Fig. 738).

Die Chicoraceen oder Röhrenblütchen haben einen milchigen Saft, der dem der Campanulaceen ähnlich ist. Er ist bitter, etwas abstringirend und sogar narkotisch. Diese Eigenschaften findet man in fast allen wilden Arten in einem mehr oder minder starken Grade: man bemerkt sie vorzüglich vereint in den Lactuca sylvestris und virosa, deren Extrakt als Opium angewandt wird, ohne übrigens die nämlichen Zufälle hervorzubringen. Aber diese Eigenschaften sind in anderen Arten geschwächt, namentlich in denen, welche wir anbauen, und von denen man entweder die Wurzeln wie z. B. die des Bocksbarts und der Scorzonere, oder die jungen Triebe oder Blätter, wie z. B. die des Lattich, der Cichorie, des Sundslattichs u. s. w., ißt. Wir wollen bemerken, daß man auf diese Weise vergeilte Theile, die es entweder von Natur, wie die, welche unter dem Boden wachsen, oder die, welche es auf künstliche Weise sind, oder ganz junge Theile anwendet, so daß der eigentliche Saft noch nicht vollständig ausgearbeitet sein kann, und nur jenen schwachen Grad von Abstringirung oder Bitterkeit besitzt, welcher dem Geschmacke angenehm ist und die Schmackhaftigkeit der Nahrungsmittel erhöht.

Man kann das Nämliche von den verschiedenen Cinarocephalen oder Cinareen, welche nährend sind, von den Blättern des Distelkohls, die man absichtlich weiß werden oder vergeilen läßt, von den Fruchtböden der Artischoke und anderen sagen, die man vor dem Entfalten der Blüte pflückt, welche man sogar roh ißt, wenn sie noch außerordentlich jung sind. Jedermann kennt die angenehmende Bitterkeit der Artischoke, und dies ist ein Kennzeichen, das allen anderen Pflanzen aus eben dieser Zunft gemeinschaftlich ist, und das mehrere als magenstärkend anwenden läßt.

Wir finden es bei denen wieder, welche man unter dem Namen der Corymbiferen verschmolz; es modifizirt sich aber in denselben durch das gleichzeitige Vorkommen eines harzigen Grundstoffes, welcher die Eigenschaften desselben erhöht. Wenn dieser, statt sich beim Festwerden zu concentriren, in dem Zustande eines flüssigen Oeles bleibt, so ist die Pflanze zu gleicher Zeit tonisch, aromatisch und krampfstillend, z. B. in den Kamillen, dem Beifuße, in der Schafgarbe, in dem Rainfarrn u. s. w. Man hat sogar den Aufguß mehrerer als Thee vorgeschlagen. Das Vorherrschen des bitteren Grundstoffes verleiht ihnen fiebervertreibende Eigenschaften, z. B. den verschiedenen Arten, die unter dem Namen Kamille u. s. w. begriffen sind. Das Vorherrschen des Harzes erhöht die stimulirenden Eigenschaften, erzeugt Schweiß, Speichelfluß und reichliche Urinausscheidungen; und diesen Wirkungen verdanken unbekannt mehrere ausländische Arten ihren Ruf als Gegengifte gegen den Biß der Schlangen. Dahin gehört eine gewisse Art von Wasserdost (die Ayapana) und eine Art Mikania (der Guaco). Man findet in einer kleinen Anzahl von Corymbiferen Niederlagen von Stärkemehl, welche zur Nahrung des Menschen oder der

Thiere nützlich verwandt werden; der Topinambur (Helianthus tuberosus) läßt sich in dieser Beziehung ganz mit dem Erdapfel vergleichen, und seine unteren und unterirdischen Aeste verwandeln sich in stärkemehlhaltige, mit Augen versehene Höckerchen. Man hat in einer andern, dem Alant (Inula helenium), einen bitteren Grundstoff entdeckt, der dem Stärkemehl außerordentlich ähnlich ist, dessen Zusammensetzung er auch beinahe hat (dem Gewichte nach 43,72 Kohlenstoff, 6,20 Wasserstoff, 50,8 Sauerstoff) und alle Eigenschaften besitzt, außer der, daß er sich in dem heißen Wasser etwas lösen läßt, welches ein Viertel und kalt $^1/_{30}$ desselben auflöst, daß das Jod ihn gelb und nicht blau färbt. Er findet sich übrigens in einer großen Menge anderer Vegetabilien, wo er das Stärkemehl ersetzt.

Die Pflanzen der meisten Compositen sind ölhaltig, wie man sich sehr leicht durch die Untersuchung der Sonnenblumen überzeugen kann. Man baut sogar mehrere Arten zur Gewinnung des Oels, die Madia sativa, Guizotia oleifera u. s. w.

Botanische Geographie.

§. 849. Man weiß, daß nicht jede Pflanze gleichförmig auf der ganzen Erde verbreitet ist, sondern bloß auf diesem oder jenem Theil derselben vorkommt. Diese Gränzen, welche für eine jede derselben bezeichnend sind, hängen von mehrern Ursachen ab. Die Organisation, welche bei den verschiedenen Pflanzen auf mancherleiweise modifizirt ist, legt ihnen zu ihrer Existenz verschiedene Bedingungen auf, so daß sie nur da leben und sich vermehren können, wo sich die einer jeden von ihnen eigenthümlichen Bedürfnisse vorfinden. Die Beobachtung zeigt ferner, daß nicht alle Pflanzen einen einzigen Mittelpunkt gemein haben, von welchem sie sich demnach strahlenförmig ausbreiten würden, sondern, daß es eine Menge Anfangspunkte der Vegetation gibt, und zwar hat eine jede ihren besonderen, obgleich andererseits mehrere Arten mehreren Punkten zugleich gemein zu sein scheinen. Wenn auch die Bedingungen an zwei Punkten verschieden sind, so kann doch ihre Vegetation gleichartig sein; aber die Aehnlichkeit der einen hat nicht nothwendig die der andern zur Folge, besonders bei großen Entfernungen, da die Pflanzen im Allgemeinen nicht von einem dieser Punkte zum andern, wo sie gleichfalls gedeihen würden, haben übergehen können. Die Vertheilung der Pflanzen auf der Erde hängt von complicirten Ursachen ab, die einen, die physischen, sind von ihrer Natur und den sie umgebenden Agentien abhängig, die andern liegen für unsere Forschungen in dem Mysterium des Ursprungs der Wesen verborgen.

§. 850. Die Pflanzengeographie ist der Theil der Botanik, welcher sich mit dieser Vertheilung der Pflanzen beschäftigt. Ihr Dasein an diesem oder jenem Orte zeigt ein gewisses Zusammenwirken physischer Bedingungen und bestimmt ihren Standort, ihr Vorhandensein in diesem oder jenem Lande, ihren Wohnort. Wenn man angibt, daß eine Pflanze in den Sümpfen, auf dem Sande des Meeresufers, an den Felsen der Gebirge, auf dem Gipfel der Gletscher wachse, so bezeichnet man ihren Standort; sagt man aber, sie wachse in Europa, in Frankreich, in der Auvergne, um Paris, so gibt man ihren Wohnort in weit genaueren Gränzen an. Diese Kenntnisse lassen sich bei den Einheiten einer höheren Ordnung, als die Arten sind, anwenden; man kann die Vertheilung ganzer Gattungen, Zünfte oder Familien untersuchen, und häufig bieten diese mehr oder minder beträchtlichen Verbindungen von Arten, bei welchen es erlaubt ist, auf eine große Gleichförmigkeit der Organisation zu schließen, etwas Bemerkenswerthes in ihren Stationen oder in ihren Wohnplätzen oder in beiden zugleich dar.

§. 851. Wir müssen uns aber, bevor wir die Wirkungen betrachten, mit ihren Ursachen beschäftigen; es ist, ehe wir mehr in das Einzelne eingehen und das, was vorgeht, durch Beispiele erklären, hinreichend einige allgemeine Ansichten über die Art und Weise wie sich diese Agentien, die, wie wir gesehen haben, auf die Vegetation einen so großen Einfluß äußern, auf der Oberfläche verbreiten, zu geben; es sind nämlich die Wärme, das Licht, die Luft, das Wasser, welche sich an jedem Orte in einem gewissen Verhältnisse verbinden, um das Klima zu bilden.

Die Wärme nimmt gegen die Pole hin ab, und sogar ziemlich regelmäßig, wenn man sie unter einem und demselben Meridian beobachtet. Vergleicht man hingegen dieses Abnehmen an mehreren Meridianen zugleich, so wird man überrascht von den Differenzen, die sich jetzt darbieten. Jeder Ort empfängt im Laufe eines Jahres eine gewisse Quantität Wärme, und wenn man diese Quantitäten eine lange Reihe von Jahren hindurch vergleicht, so erhält man daraus die mittlere Temperatur des Orts. Die Linie, welche eine Reihe solcher Orte mit einander verbindet, nennt man Isotherme (ἴσος gleich, θερμός Wärme). Man würde sich auf den ersten Blick zu glauben geneigt finden, daß diese Isothermen nur die mehr oder minder beträchtliche Entfernung von der großen Wärmequelle der Sonne ausdrücken, daß daher jede von ihnen die Meridiane gleichweit vom Aequator schneide, oder mit andern Worten, einem gewissen Breitegrad entsprechen. Die Erfahrung zeigt, daß es sich hierin anders verhält. Bei Vergleichung dieser Linien unter einander, so wie man sie durch die direkte Beobachtung bestimmt hat, bemerkt man sogleich, daß sie, anstatt mit dem Aequator Parallelkreise oder wenigstens regelmäßige Kreise zu bilden, Curven sind, welche auf ihrem Wege an verschiedenen Punkten ungleich weit von einander entfernt sind. Die Linie des Temperaturmaximums coincidirt nicht mit dem Aequator, sondern sie schneidet ihn, hier im Süden, dort im Norden. Der Punkt des Kältemaximums scheint nicht mehr mit den Polen zusammen zu fallen, sondern in unserer Hemisphäre verweilt er dieselbst bei 12 oder 15 Grade durch die Concentrirung zweier großen Continente; im Norden bilden sich auf diese Weise zwei Kältepole. Die Isothermen bieten bei ihren Inflexionen um die Pole eine gewisse Uebereinstimmung unter sich dar, obgleich sie vom Parallelismus weit entfernt sind. In der nördlichen Hemisphäre die einzige, wo diese Beobachtungen angestellt und bei einer ziemlich großen Anzahl von Punkten wiederholt werden konnten, um die Ziehung dieser Linien auf eine ziemlich vollständige Weise zuzulassen, sieht man sie, indem man die Isothermen vom Westen gen Osten verfolgt, südlich in das Innere der beiden großen Continente hinabziehen, und dies vorzugsweise gegen Amerika hin, und sich wieder gegen Norden in die großen Meere, welche zwischen ihnen liegen erheben und dies besonders im atlantischen Ocean. Die Temperatur des alten Continents ist demnach höher als die des neuen, die im Inneren der Continente ist geringer als die an dem Meeresgestade und höher

an dem westlichen Gestade als an dem östlichen. Diese Differenzen, bei gleicher Breite können sehr beträchtlich werden, und dies um so mehr, je weiter man sich von dem Aequator entfernt, so daß sie in der Nähe des Nordpols beinahe 20° erreichen. Demgemäß liegt der nördliche Theil der Vereinigten Staaten unter dem 44° nördlicher Breite und Drontheim auf der westlichen Seite von Norwegen unter dem 63° der Breite auf derselben Isotherme (nämlich derjenigen, wo die mittlere Temperatur 5 Centesimalgrade beträgt).

§. 852. Daraus, daß mehrere Orte auf der nämlichen Isotherme liegen und daß sie im Laufe eines ganzen Jahres dieselbe Menge Wärme erhalten haben, folgt noch nicht, daß sie einerlei Klima besitzen; diese Menge kann sich wirklich unter die verschiedenen Monate und folglich unter die Jahreszeiten auf verschiedene Art vertheilen, entweder mit einer gewissen Gleichförmigkeit, so daß beide der Winter und der Sommer sehr gemäßigt sind, oder hingegen auf sehr ungleiche Weise, so daß der Sommer sehr heiß und der Winter sehr kalt ist. Diese äußersten Temperaturdifferenzen haben viel mehr Einfluß auf die Vegetation, als die mittlere Temperatur. Man nennt Isochimene (χειμών, Winter) diejenige Linie, welche durch alle Orte geht, wo der Winter (mittleres Jahr) auf denselben Punkt herabfällt und Isotherе (θέρος Sommer) diejenige, welche durch die Orte geht, wo der Sommer denselben Wärmegrad erreicht. Diese neuen Linien, welche sich auf ihrem Wege von den den Isothermen entfernen, enthalten nicht die nämliche Reihe von Oertern.

§. 853. Die Wassermasse gelangt weit eher zu einer constanten Temperatur, als das Land, so daß auf dem Meer in einem bestimmten Augenblicke, ihre Differenz an zwei Punkten unter verschiedener Breite geringer ist, und ebenso ist die Differenz zwischen Winter und Sommer sehr gering. Die daranliegenden Länderstriche nehmen an dieser Gleichförmigkeit Theil, und daraus geht der Unterschied in den Klimaten der Seeländer und der der Festländer hervor: die ersteren, die der Küsten und der Inseln, sind gemäßigter, je kleiner die Inseln und je zerstreuter sie im Meerbusen sind; die zweiten, wo die Differenz der Sommerwärme und Winterkälte um so mehr bezeichnet werden kann, weil man ihr mehr gegen die Mittagslinie ihre Stelle anweist. So erreicht z. B. auf den Faröer Inseln unter dem 62° der Breite die Wärme im Sommer nicht 12°, aber sie fällt auch im Winter nicht weiter als bis zu 4° herab, welches für diese beiden Jahreszeiten eine Differenz von 7° gibt, hingegen unter derselben Breite, fällt in Jakutzk, nahe bei Sibirien, das Thermometer weit unter 37° unter Null, während es im Sommer weit über 17° über Null steigt, somit durchläuft sie einen Zwischenraum von 46°.

§. 854. Wir haben noch keine andere Ursache in Betrachtung gezogen, welche auf die ungleiche Vertheilung der Wärme auf der Oberfläche der Erde den so mächtigen Einfluß äußert, von welchem wir gesprochen haben, wie wenn sie überall dasselbe Niveau, das des Meeres, zeigte. Aber ein Jeder weiß, daß es sich damit anders verhält und daß die höhere Lage dieser Oberfläche weit entfernt auf einem Theile seiner Ausdehnung gleich zu sein, sich vielmehr auf mehreren Stellen zu Plateaux erhöht, und sich zu Bergen erhebt, die mehr oder minder lange Ketten bilden, welche von noch höheren Gipfeln von Entfernung zu Entfernung beherrscht werden. Je nachdem man sich nun erhebt, findet man, daß die Temperatur fällt, und zwar in einer Proportion, so daß ein Steigen von einigen Stunden hinreicht, um alle Grade einer abnehmenden Temperatur durchlaufen zu können. Ein sehr hoher Berg, welcher unter der Linie liegt, und dessen Gipfel mit ewigem Schnee bedeckt ist, wie es z. B. der Chimborazo in den großen Cordilleren der Anden ist, der in einem sehr beschränkten Raume alle Veränderungen zeigt, die man in einer sehr langsamen Aufeinanderfolge erhält, wenn man vom Aequator bis zu dem Pole ginge. Einige Schriftsteller haben demgemäß die beiden Hemisphären unserer Erdkugel mit zweien auf ihre Grundflächen reduzirten ungeheuren Bergen verglichen, eine geistreiche, jedoch bei den vielen Verhältnissen ziemlich ungenaue Vergleichung. Denn die Vertheilung des Wassers, das auf beiden Hemisphären eine so große Fläche bedeckt und das, wie wir gesehen haben, die Klimate so bedeutend modifizirt; die der Luft, deren Dichtheit vom Aequator bis zum Pole nicht abnimmt, wie es von unten nach oben in der Atmosphäre der Fall ist; die des Lichtes, das so wenig Aehnlichkeit an den Polen und auf dem Gipfel eines Berges unter der Linie mit einander hat, begründen eben so viele von einander getrennte Differenzen.

Wenn das Gesetz, nach welchem die Wärme vom Aequator bis zum Pole abnimmt, unter den verschiedenen Meridianen veränderlich ist, so scheint dasjenige, nach welchem sie beim Ersteigen einer Höhe abnimmt, seinerseits sich auch unter verschiedenen Umständen zu verändern, wie z. B. nach der Jahreszeit, der Stunde des Tages, der Neigung und Richtung des Abhangs. Die Abnahme geht im Winter, bei Nacht, bei einem sehr sanften Abhang oder auf den Plateaux langsamer vor sich. Ein Unterschied von mehr oder weniger als 200 Meter gibt unter diesen Verhältnissen im Mittel einen Grad Unterschied in der Temperatur, beinahe wie es ein Zwischenraum von 2 Breitegraden geben würde. Auf einer gewissen Höhe, muß die Kälte so groß werden, daß die Wärme der Sommertage nicht hinreicht, das während des übrigen Theiles des Jahres gebildete Eis aufzulösen: dies ist die Gränze des ewigen Schnee's, diese Gränze ist um so niederer, je weniger warm das Klima am Fuße des Berges ist, oder mit andern Worten, man findet, daß sie sich mehr den Polen nähert, und daß sie sich stufenweise herabneigt, bis sie mit dem Niveau des Meeres zusammenfällt. Diese Gränze befindet sich auf den Cordilleren in den Tropen nahe 5000 Meter hoch, 2700 auf unseren Alpen, über 1000 in Island. Die Gletscher sind Verlängerungen, welche tiefer herabgehen als sie nach dem jeweiligen Terrain herabgehen sollten und die den natürlichen Weg bezeichnen, welcher zum Abfluß des Schnees und der Wasser bestimmt ist, welche durch das Schmelzen sich erzeugten.

§. 855. Die Feuchtigkeit der Atmosphäre übt auf die Vegetation einen bedeutenden Einfluß aus, sei es als Wasser, da es im Zustand eines leichten Dunstes flüchtig, oft sogar unsichtbar geworden ist, oder in dem eines mehr oder weniger dichten Nebels, der die Theile, die sich in der Luft befinden, berührt, sei es verdichtet, indem es als Regen herabfällt, und, nachdem er dieselben Theile gebadet hat, den Boden durchdringt. Die Atmosphäre ist natürlich trockener, als die Fläche, auf welcher sie ruht, und enthält weniger Wasser, als sie ihr abtreiben kann; sie ist von jedem Behälter weiter entfernt, der diesen Mangel zu ersetzen im Stande ist, sie ist erwärmter; auf diese Weise verdunnt sie rasch jeden Dunst, der sich an ihr bildet und in sie übergeht. Eine wenig niedere Temperatur reicht hin, um die Ausdünstung zu vermindern und den Dunst in Nebel oder Regen zu verwandeln, die aber nicht so nieder ist, um ihn in den festen Zustand übergehen zu lassen, und die daher der Feuchtigkeit günstig ist, welche sich folglich weit mehr in gewissen Breiten und Höhen erhalten muß. Aber eine höhere Temperatur begünstigt sie gleichfalls auf

eine merkwürdige Weise, wenn sie einestheils auf eine hinreichende Menge Wasser wirken kann, von welchem sie einen Theil in Dampf verwandelt, und wenn andererseits diese einmal gebildeten Dämpfe auf eine Ursache stoßen, welche sie zwingt, diesen Grad von Dichtigkeit zu behalten, oder sie auf einen höheren Grad bringt. Daraus entstehen die großen Regen, welche in gewissen Jahreszeiten regelmäßig jeden Tag auf die Länder zwischen den Tropen fallen, daher kommt die beständige und warme Feuchtigkeit ihrer großen Wälder, in deren Schatten sie sich erhält und erneuert. Dieser Einfluß der in großer Zahl bei einanderstehender Bäume auf den Zustand der Atmosphäre kann, wo sie das Austrocknen verhindern, indem sie sich der Ausdünstung widersetzen, übrigens in einem geringeren Grade in unsern Klimaten leicht gezeigt werden, und zwar so, daß das Klima großer Gegenden durch die großen Entholzungen ganz verändert wurde.

Die Nachbarschaft des Meeres in Verbindung mit der herrschenden Richtung der Winde, welche die an der Oberfläche desselben gebildeten Dünste bestimmt, ist eine mehr oder minder reichliche Quelle der Feuchtigkeit, die nothwendiger Weise auf den Inseln beständiger ist. Die Feuchtigkeit ist demnach eine Ursache, die sehr häufig diejenige begleitet, von welcher wir gesehen haben, daß sie die Ursache der Gleichförmigkeit der Temperatur ist. Die Gegenwart von kleineren Behältern, z. B. der Seen, Sümpfe, der Lauf größerer oder kleinerer Gewässer wirkt auf eine analoge Weise, jedoch in verhältnißmäßigen Gränzen. Die Natur und die Höhe der Berge tragen ebenfalls sehr viel dazu bei, den hygrometrischen Zustand der Atmosphäre zu modificiren. Wenn die Gipfel ziemlich hoch, ihre Abhänge mäßig geneigt sind, um der Sitz des ewigen Schnees und Eises zu sein, so sind es ebenso große Behälter, die bestimmt sind, die zahlreichen Wasseradern zu ernähren, welche, nachdem sie die Abhänge nach jeder Richtung durchfurcht haben, sich weiter unten vereinigen, um beträchtlichere Becken zu bilden und die reichlichste Quelle der Bäche und Flüsse zu werden, welche sich hieraus an ihrem Fuße in die Thäler und die Ebenen ergießen. Jedoch von der Höhe solcher Gipfel, die entweder zu nieder, oder zu steil sind, um den Schnee zu erhalten, fließen nur vorübergehende Ströme nieder. Die Trockenheit, welche dort herrscht, dehnt sich oft mehr oder weniger weit um sie aus, und dies um so mehr, je kahler sie sind. Die Gebirgsketten wirken noch durch die Erniedrigung der Temperatur des Bodens, der aus seiner Erhöhung entsteht, ein und zielen dahin, die Dünste, welche in großen Massen gewisse Winde auf sie stoßen, sich zu verdichten, und die, aufgehalten von dieser Vormauer, daselbst nach und nach in wässrigen Theilen herunterfallen, so daß es auf der einen Seite wirklich sehr feucht sein kann, während es auf der entgegengesetzten trocken bleibt.

§. 856. Wir haben auf der andern Seite gesehen, daß das Licht eine große Rolle bei dem größten Theile der chemischen Phänomene spielt, wodurch die Zusammensetzung der vegetabilischen Gewebe bewirkt wird, und daß die Zeitigung, die Farbe, die Bewegungen größtentheils unter seinem Einflusse verbunden mit der Wärme hervorgebracht werden. Man begreift ohne daß es nöthig wäre, sich hier in weitläufige Erklärungen einzulassen, daß sich das Licht auf eine ungleiche und verschiedene Weise auf den verschiedenen Theilen der Erdkugel verbreitet, was nothwendig aus ihrer veränderlichen Stellung gegen die Sonne hervorgeht. Die, welche nahe am Aequator liegen, sind der abwechselnden Wirkung von gleichen Tagen und Nächten unterworfen, auf diese fallen die Strahlen beinahe senkrecht. Je weiter man sich von demselben entfernt, desto leichter lassen sich die Jahreszeiten wahrnehmen, und desto mehr nimmt die Ungleichheit zwischen Tag und Nacht zu, welche sie während eines Theils des Jahres einem längeren Lichtmangel unterwirft, und in dem andern Theile des Jahres länger dem Lichte aussetzt; zugleich wird es immer schiefer und daher auch immer schwächer, bis zu den Polargegenden, wo diese Schiefe, sowie diese Ungleichheit ihr Maximum erreicht, so daß sie die eine Hälfte des Jahres in Dunkelheit getaucht und während der anderen erleuchtet sind, jedoch ist dieses Licht sehr geschwächt. Die Analogie, welche wir zwischen den Breiten, wie weit man sich auch vom Aequator entfernt, und den Höhen, wie hoch man sich auch über das Niveau des Meeres erhebt, beobachtet haben, verschwindet folglich gänzlich bei der Vertheilung des Lichtes; weil die höchsten Punkte die längste Zeit erleuchtet sind und sich längerer Tage erfreuen, während ihre Masse dadurch, daß sie die Sonnenstrahlen auffängt, den Tag verzögert und die Nacht gegen die tieferen Theile beschleunigt. Indessen finden sich die Pflanzen der Polarregionen und diejenigen der hohen Berge bis zu einem gewissen Punkte unter denselben Bedingungen in Vergleichung mit dem Lichte, wenn sie nur, indem sie während eines großen Theiles des Jahres unter dem Schnee verborgen sind, wenige Wochen im Sommer die einen wie die andern den Tag erblicken.

Fügen wir noch hinzu, daß die Nachbarschaft großer Wasserflächen durch die Erzeugung von Dünsten, die sich sofort zwischen Erde und Sonne legen, die Intensität des Lichtes verhältnißmäßig vermindert. Eine Ursache, welche zur Ausgleichung der Temperatur auf eine so beträchtliche Weise einwirkt, und im Allgemeinen die mittlere Temperatur erhöht, hat demnach eine entgegengesetzte Wirkung auf das Licht, das sie zu schwächen strebt.

§. 857. Alle diese vorhergehenden Kenntnisse gehören in die Meteorologie. Dieser Wissenschaft gehört die Erforschung der Ursachen, welche durch die Combination verschiedener Bedingungen die verschiedenen Klimate bestimmen. Sie lehrt uns, wie sie von einer einzigen Ursache, nämlich der Wirkung der Sonne, herrühren, welche durch die regelmäßige Bewegung unseres Planeten, durch die veränderliche Stellung der Erde und ihrem Zusammenhang mit den Wassern, so wie durch die Ungleichheit ihrer Erhabenheiten, unmittelbar mit einer gewissen Kraft auf jeden Punkt und überdies mittelbar dadurch wirkt, daß sie den Lauf der Atmosphäre und der Meere bestimmt; die einen sind regelmäßig, die anderen veränderlich, folglich Störungen, die von secundären, aber analogen Ursachen herkommen, wie diese Quelle regelmäßig fortfließt, und sich ungleich auf der Oberfläche der Erde verbreitet. Alle diese Betrachtungen sind dem Gegenstande, mit dem wir uns beschäftigen, fremd; die allgemeinen Resultate mußten allein hier eine Stelle finden, jedoch durften sie nicht vergessen werden, insofern die Pflanzengeographie bis dahin mit der Meteorologie innig verbunden ist, und insofern das Klima so mächtig auf die Vegetation einwirkt.

§. 858. Untersuchen wir jetzt die allgemeinen Modifikationen, welche diese darbietet, im Verhältniß mit denen der Klimate, welche wir eben bezeichneten.

Wenn man sich nur wenig auch mit der Untersuchung der Pflanzen beschäftigt, so bemerkt man doch sogleich, mit welcher Ungleichheit sich ihre verschiedenen Arten vertheilt finden. Die einen trifft man auf einem sehr gedrängten Raum zusammengestellt, andere hingegen vertheilen sich auf einmal auf eine große Zahl von Punkten. Dieser Unterschied, den unser Pflanzensammeln uns in einem kleinen Maßstabe zeigt, läßt sich eben so wahrnehmen, wenn man die Resultate derjenigen

vergleicht, die uns die Vegetation zahlreicher und großer Länder kennen gelernt haben: so sind gewisse Pflanzen gewissen Ländern eigenthümlich: andere mehreren gemein. Diese Gränzen, in welche sich der Wohnort jeder Art ausdehnt, bestimmt das, was man ihren (Strich, area) nennt. Diejenigen, deren Strich sehr umgränzt ist, können demnach als Charktere der Vegetation dieses Raumes betrachtet werden, welchen sie nicht überschreiten; aber man sieht ein, daß hier nicht die Rede davon sein kann, wo wir nur die allgemeinsten Punkte bestimmen wollen. Diejenigen, deren Strich sehr ausgedehnt ist, sei es in Breite oder Höhe, können durch diese Ausbreitung dazu dienen, eine besondere Region zu charakterisiren, wir müssen sie aber gleichfalls bei Seite lassen, indem wir uns bei anderen verweilen, welche sich auf mehreren entfernten Theilen der Erde zahlreich verbreitet finden, aber nicht außerhalb einer gewissen mehr oder minder schmalen Zone, von denen sie also einen von den unterscheidenden Zügen bilden. Je mehr man die Liste mit diesen charakteristischen Gewächsen, vergrößern kann, desto genauer wird die Bezeichnung sein. Aber diese Vervielfältigung der Details kann nur einer vollständigen Abhandlung angehören; in einem kurzen Vortrage muß man sich auf eine kleinere Zahl von Pflanzen beschränken, die man unter denen wählt, welche durch ihren Wuchs oder ihr merkwürdiges Aeußere, oder ihre Anwendung, geeigneter sind, die Aufmerksamkeit zu fesseln, und deßwegen den Reisenden, sogar Fremdlingen in der Botanik nicht entgangen sind. Die Bäume haben im Allgemeinen in dieser Beziehung einen großen Vorzug, um so mehr, da sie angesehen werden können, als stehen sie mit dem Klima, durch die Veränderung desselben, welchem sie das ganze Jahr hindurch ausgesetzt sind, in einer innigeren Verbindung, als die krautartigen Gewächse, welche nur theilweise einem Theil des Jahres hindurch seiner Wirkung unterworfen sind, und weit mehr als die Sommergewächse, die nur eine Jahreszeit verleben. Man bezeichnet auch gewisse Regionen durch das Vorkommen von Gruppen einer höheren Ordnung der Gattungen, Familien oder ihrer Zünfte, jedesmal, wenn ihr Strich sich begränzt findet, und man sieht ein, wie viel die Bezeichnung gewinnt, dadurch, daß man sie auf eine größere Zahl von Zügen überträgt. Es ist überdies nicht nöthig, daß alle Arten der fraglichen Gruppe ohne Ausschluß in der Region, die man beschreiben will, eingeschlossen sind, es reicht hin, wenn sich ihre Mehrheit darin vereinigt findet. Ohne die natürliche Methode, würde sich natürlich die Pflanzengeographie in unendliche Details verlieren, und und man kann behaupten, daß sie durch die Einführung der Familien gegründet worden ist, wie sie sich durch ihre Vervollkommnung auch verkommnen wird.

§. 859. Werfen wir demnach jetzt einen Blick auf die besonders charakteristirten Regionen, theils durch das Vorkommen gewisser besonderer und bemerkenswerther Gewächse, theils durch die ausschließliche Gegenwart oder durch den großen Ueberfluß von denjenigen gewisser Familien. Wir werden, indem wir von dem Aequator bis zu den Polen gehen, sie untersuchen, und indem jeder von diesen aufeinanderfolgenden Zonen eine mehr oder minder ausgedehnte Breite angehört, werden wir unter den niedrigsten Breiten diejenigen, welche denen entsprechen, die unter einer größeren Höhe vorkommen und folglich einer ähnlichen Temperatur unterworfen sind, mit einander vergleichen.

§. 860. Die Zone, welche auf beiden Hemisphären von den Wendekreisen begränzt wird, und welche man seit dem Alterthume mit dem Namen der heißen bezeichnet hat, stellt durch ihre Ueppigkeit, ihre Mannigfaltigkeit, durch die Gestalten und besonderen Charaktere einer großen Zahl von Pflanzen, aus der sie bestehen, eine sehr verschiedene Vegetation von derjenigen dar, unter welcher wir leben. Das Verhältniß der Holzpflanzen ist dort beträchtlich, und wenn die Feuchtigkeit, der Reichthum des Erdreichs sich mit der Wärme der Temperatur verbinden, so sind es große Bäume, welche sich zu ungeheuren von den unsrigen ganz verschiedenen Wäldern vereinigt haben; denn anstatt der einförmigen Wiederholung einer sehr beschränkten Zahl von Arten, bieten sie hier eine unendliche Mannigfaltigkeit dar, sei es, daß man auf einem Punkt beisammenstehenden untersucht, sei es, daß man sie an zwei getrennten Punkten mit einander vergleicht; überdies gehören diese Arten größtentheils andern Gattungen, andern Familien an, als die Bäume der gemäßigten Zonen. In den wenig bewohnten ungeheuren Gegenden, wo die Sorgfalt des Menschen sie noch nicht der Nutzung unterworfen hat, und wo ihr Vorkommen keine andere Gränze hat, als die, welche ihnen die Natur anweist, in den Urwäldern (sylvæ primævæ) haben sie ihre prachtvollste Entwicklung erlangt, und dies nicht allein durch diese dicken und bedeutend hohen Stämme, welche die Kraft der Vegetation darlegen, sondern auch durch die Erzeugung anderer sehr niederer, theils holzartiger, theils krautartiger Gewächse, welche sich unter dem Schatten jener hohen Wipfel mitten in der feuchten und warmen Atmosphäre vermehren, durch diese Schmarotzerpflanzen, welche theilweise die Stämme bedecken und verbergen; vorzüglich durch die Schlinggewächse, welche von dem einen zum andern gehen, bis an ihre Gipfel emporsteigen, um wieder herabzufallen und sich noch einmal zu erheben, diese schlingen sich, indem sie sich aufrollen, um sich selbst, und verbinden sich unter einander wie die Tauwerke eines Schiffmastes. Einer von den unterscheidenden Zügen dieser tropischen Vegetation hängt davon ab, daß sie Einwirkungen unterworfen ist, die sich im Laufe des Jahres kaum verändern. In den gemäßigteren Klimaten, wo die Jahreszeiten völlig getrennt sind, bringt die eine die Blüthenzeit, die andere die regelmäßige Reife herbei, so daß man den größeren Theil der Bäume nach einer Ruhe, während welcher sie mehr oder minder nackt geblieben sind, sich zugleich mit Blättern, zu derselben Epoche mit Blüten und in einer späteren mit Früchten bedecken sieht. Unter dem Aequator vermengen sich alle diese Phasen, und da überdies diese äußerste Thätigkeit auf die Erzeugung der Blätter, welche nicht jährlich abfallen, treibt, so ist man überrascht, daß sich weniger Blüten und folglich auch weniger Früchte in einer gegebenen Zeit erzeugen, obgleich man sie doch zu jeder Zeit finden kann.

§. 861. Wenn aber das Erdreich, obgleich reich genug zur Entwicklung von Baumarten, nicht durch seine Natur und durch die Vertheilung der Wasser auf seiner Oberfläche und in seinem Innern; der Sitz einer beständig unterhaltenen Feuchtigkeit ist, wenn sie nur in Zwischenräumen vermittelst Regen, die selbst von einer gewissen regelmäßigen Veränderung des Zustandes der Atmosphäre abhängen, erneuert wird, so bemerkt man Veränderungen, welche denen unserer Jahreszeiten sehr analog sind. Sie sind nur verkehrt: die Trockenheit veranlaßt ein Stillstehen in der Vegetation, und entblättert die Bäume, welche sogleich wieder grünen und blühen, sobald die großen periodischen Regen eintreffen, um sie zu begießen. Dies kann man beobachten, wenn man die sehr dünn gesäeten Räume, die niederer sind und eine unterbrochene Vegetation haben, mit den Urwäldern vergleicht, welche in Brasilien den Namen Catinga führen.

§. 862. Das sandige und ebenfalls unregelmäßig begossene Erdreich kann nur kriechende und krautartige

Pflanzen erzeugen, deren Vegetation, die während der Trockenheit aufgehört hatte, sich während des Regens wieder erneuert, und die Erde, welche zu einer andern Zeit des Jahres öde und unfruchtbar schien, mit einem grünen und blütenreichen Teppiche vorübergehend bedeckt, wie man es in den ungeheuren Räumen der tropischen, ebenen oder wellenförmigen Regionen sieht, die der natürlichen und fortwährenden Bewässerung beraubt sind, welche von der Nachbarschaft großer Berge herrührt. Diese Räume, von welchen die einen von mannigfachen und zahlreichen Arten, die andern hingegen von einer gleichförmigen Vegetation bedeckt sind, führen nach diesen Verschiedenheiten und nach den verschiedenen Ländern verschiedene Namen. Sie bilden die Campos von Brasilien, die Pampas von Paraguay, die Llanos von Orinoco. Die Abwechslung von Ruhe und Thätigkeit bringt daselbst eine unserer Jahreszeiten ähnliche Wirkung hervor, nämlich die völlige Abwesenheit von Blüten während der einen und die Vielfachheit und Verschiedenheit der Blüten zu einer andern Zeit.

§. 863. Die Palmen und andere baumartige Monokotyledonen (Pandaneen, Draconiers ꝛc.), wie die baumartigen Farrenkräuter, tragen hauptsächlich dazu bei, der tropischen Vegetation ihre besonderen Züge auszudrücken. Eine andere gleichfalls charakterisirende Form ist die, welche man Scitamineen nennt, unter diesem Namen begreift man nicht nur die Pflanzen dieser Familie, sondern auch die der Musaceen und Cannaceen. Der Bananenbaum (der in den europäischen Gewächshäusern seine volle Entwicklung erreicht) kann eine Idee davon geben. Wir wollen hier die Aufzählung der Familien, die man tropische nennen kann, sei es, weil sie sich nicht außerhalb der Wendekreise zeigen, sei es, weil sie unter sich ein Maximum von ihren Arten darbieten, hinzufügen. Es sind: die Bromeliaceen, Aroideen, Dioscoreaceen, Piperaceen, Laurineen, Myristiceen, Anonaceen, Bombaceen, Sterculiaceen, Bytineriaceen, Tersträmiaceen, Guttiferen, Marcgraviaceen, Meliaceen, Ochnaceen, Connaraceen, Anacardiaceen, Chailletiaceen, Vochysiaceen, Melastomaceen, Myrtaceen, Turneraceen, Cacteen, Myrsineen, Sapoteen, Ebenaceen, Jasmineen, Verbenaceen, Cyrtandraceen, Acanthaceen, Gesneriaceen. Mehrere große Familien, welche in unseren Klimaten eine mehr oder minder beträchtliche Zahl von Arten enthalten, werden unter den Tropen von weit zahlreicheren anderen repräsentirt (wie die Euphorbiaceen, Convolvulaceen u. s. w.); hingegen einige von verschiedener Gestalt, wie z. B. die Bambus oder andere baumartige Gramineen, die Orchideæ epiphytes; ausgezeichnet durch ihre eigenthümliche Charaktere, um ganze Zünfte zu bilden (wie die Mimoseen und die Cäsalpineen, bei den Leguminosen, die Cordiaceen bei den Borragineen, die eigentlichen Rubiaceen). Führen wir endlich mehrere charakteristische Familien an, weil es unter ihren Arten Schmarotzer von sehr seltener Vegetation gibt (die Loranthaceen, Rafflesiaceen, Balanophoreen), und besonders mehrere von jenen Lianen, deren wir mehr als einmal erwähnt haben (die Malpighiaceen, Sapindaceen, Menispermeen, Bignoniaceen, Apocineen, Asklepiadeen).

§. 864. Bis jetzt haben wir von der zwischen den Wendekreisen liegenden Zone gesprochen, welche auf ihrer ganzen Ausdehnung dasselbe Klima hat. Man begreift jedoch, daß es sich nicht ganz so verhalten kann. Der Lauf der Erde um die Sonne, welcher für uns die Extreme des Winters und Sommers herbeiführt, bringt hingegen für diejenigen Regionen, welche unmittelbar unter dem Aequator liegen, genau die ähnlichen Verhältnisse zurück, und jeder Unterschied strebt darnach, sich mehr und mehr beim Laufe der Sonne von einem Wendekreise zum anderen zu verwischen. Es gibt demnach daselbst keine unterscheidbare Jahreszeiten, die mittlere Temperatur ist in jeder Zeit die des ganzen Jahres; auch ist es die Temperatur des Erdreichs in einer gewissen Tiefe, wo die Lebenserscheinungen der unterirdischen Theile der Pflanzen vor sich gehen. Die beständig gleiche Dauer der Tage und Nächte, strebt diese beständige Gleichförmigkeit in den Bedingungen, welchen sie unterworfen sind, zu vervollständigen. Einige Breitegrade verändern kaum diese Verhältnisse, aber je weiter man sich davon entfernt, desto mehr läßt sich der Unterschied der Jahreszeiten wahrnehmen. Dieser Unterschied ist zwar, wenn man sich mit einer allgemeinen Erscheinung zufrieden gibt, und wenn man gewisse Punkte, wo die örtlichen Einflüsse ziemlich bedeutende Veränderungen bedingen, ausnimmt, immer ziemlich schwach, und die Isothermen, indem sie um einige Wärmegrade sinkt, entfernen sich wenig von den Isochimenen und den Isotheren, alle behalten einen gewissen Parallelismus mit dem Aequator bei, und das Innere des Erdreiches behauptet in einer gewissen Tiefe eine constante Temperatur, die keine andere als die mittlere ist. Wie dem auch sei, so ergeben sich für die Vegetation merkbare Differenzen, und man kann in dieser Beziehung diese große Zone in eine äquatoriale, welche beinahe 15 Grade auf beiden Seiten des Aequators einnimmt, und in eine tropische, welche sich vom 15. bis zum 24. ausdehnt, eintheilen. Um uns mit einigen Hauptzügen zu begnügen, die wir unter denjenigen gewählt haben, die wir weiter oben vereinigten, zeichnet sich die erste durch die ausschließliche Gegenwart der Palmen und der Scitamineen aus, die zweite durch die der baumartigen Farnkräuter, der Melastomaceen, der Pityeraceen. Die erste erhält sich vom Niveau des Meeres bis zu einer Höhe von ungefähr 600 Metern, wenn man sich auf diesen Bergen weiter erhebt, bis an die Gränze von 1200 Metern, so findet man eine den zweiten entsprechenden Zone. Es ist klar, daß es keine reine Gränze zwischen der einen und der anderen geben kann, sei es durch die Temperatur, sei es durch die natürlichen Erzeugnisse, und daß die Unterschiede sich nur dann wahrnehmen lassen, wenn man sich an Punkte begibt, die in Breite oder Höhe hinreichend entfernt sind.

§. 865. Die großen Zonen, welche man gewöhnlich die gemäßigten nennt, und welche sich von den Wende- bis zu den Polarkreisen ausdehnen, zeigen nothwendigerweise von einer dieser Gränzen bis zur anderen Differenzen des Klima's und der Vegetation, welche ganz anders getrennt sind, als die, welche wir so eben angegeben haben. Man muß sie demnach, bei ihrer Untersuchung, die uns jetzt beschäftigt, in mehrere abtheilen, deren Gränzen sich weniger durch die Breiten, als durch die Isothermen bestimmen lassen, die demnach, wie wir angekündigt haben, mehr und mehr unabhängiger werden.

§. 866. Die erste Zone, die sich von den Wendekreisen bis zum 34. oder 36. Grad der Breite erstreckt, welche besser bestimmt sein würde, als sei sie von der Isotherme von 20 Graden gegen die Mitte hin durchlaufen, und die man juxtatropical nennen kann, zeigt uns den Uebergang der tropischen Vegetation zu der der wesentlich gemäßigten Klimate. Man bemerkt dort noch viele Pflanzen und Formen, die wir vorhin aufgezählt haben, jedoch sehr dünn gesäet und in großem Theile vermischt mit denen unseres Landes. Die Palmen, die großen Monokotyledoneen und die baum-

artigen Farnkräuter zeigen sich dort noch; die Melastomaceen sind daselbst zahlreich; die Myrtaceen, Laurineen, Dioskoreen, Proteaceen, Magnoliaceen, erlangen dort ihre größere numerische Entwicklung. Neben ihnen sieht man dort Repräsentanten der Familien erscheinen, die wir bei der folgenden Zone zu nennen haben, und natürlich in einem so wachsenden Verhältnisse, je mehr man sich dieser nähert; man findet dort europäische Gattungen, und sogar eine gewisse Zahl von denselben Arten. Diese Mischung aus sehr verschiedenen Erzeugnissen, und die Möglichkeit von ganz verschiedenen Klimaten, den größeren Theil von denen, die dem Menschen angenehm und nützlich sein können, zugleich zu entlehnen, stellen diese Zone in besonders günstige Verhältnisse. Auch umfaßt sie die Länder, welche von dem Menschengeschlecht zuerst bewohnt wurden, und jene Inseln, welche die Alten mit dem Namen: die glücklichen, bezeichneten.

§. 867. Der Theil der gemäßigten Zone, welcher außerhalb der vorhergehenden liegt, kann selbst wieder im Allgemeinen auf jeder Hemisphäre in drei secundäre Zonen getheilt werden: eine erste oder warmgemäßigte, welche von den Isothermen von 15 bis 10 Grade, eine mittlere oder kaltgemäßigte, von denen von 10 bis 5 Grade, und eine letzte, die von denen von 5 bis 0 Grad durchzogen werden. Diese verdienen den Namen gemäßigt nicht, und können den der unterpolarischen erhalten, wegen der Nachbarschaft des Polarkreises, dem sie sich nähert; jenseits desselben übergeht sie sogar auf eine geringe Anzahl von Punkten, die, welche den westlichen Ufern von Europa und von Amerika entsprechen, während sie auf dem übrigen Theil der Continente mehr oder weniger diesseits bleibt. Paris, wo die mittlere Temperatur 10°,8 ist, London, wo sie 10°,4; und Wien, wo sie 10°, ist, liegen beinahe auf der gemeinschaftlichen Gränze der beiden ersteren.

§. 868. Die Untersuchung dieser drei secundären Zonen und selbst derjenigen, welche ihnen folgen, bieten unserer Erforschung nicht mehr dieselben Schwierigkeiten dar, als die der vorhergehenden, bei welchen wir genöthigt waren, uns auf das Anführen von Pflanzen zu beschränken, von welchen der Name unserem Geiste ziemlich vage Begriffe beibrachte, weil wir sie im Allgemeinen nur in unseren Gewächshäusern verringert kennen, weil sie zu Fragmenten in unseren Herbarien reduzirt werden, und weil es sehr häufig nicht immer möglich ist, ihre Gestalten aufzufassen, als nach Beschreibungen oder Abbildungen. Einmal in den wirklich gemäßigten Zonen angelangt, finden wir uns in bekannten Ländern, und wir können unsere Studien in der Natur verfolgen, welche weit besser als alle Bücher ist. Wir haben deßwegen nicht nöthig, bis an die Pole zu reisen, und aus unserem Lande zu gehen, weil der Süden von Frankreich der warmen Zone angehört, und weil unsere Berge uns alle diejenigen zeigen können, die uns zu durchlaufen übrig bleiben, bis zum ewigen Schnee, wo jede Vegetation aufhört. Diejenigen, welche die Pyrenäen erklimmen, indem sie von den Ebenen von Roussillon ausgehen, oder von der Provence sich bis zum Gipfel der Alpen erheben, die sich dort dem Ufer so sehr nähern, werden auf dieser kurzen Excursion vor ihren Augen alle Veränderungen entstehen sehen, welche sie beim Durchreisen Europa's von Süden nach Norden bis an die äußersten Gränzen von Lappland beobachten würden. Jenen Weg werden wir nun vorzugsweise verfolgen. Wir werden ferner auf diesem zu machenden Wege die Familien, welche jeder Vegetation ihre Hauptzüge liefern, bezeichnen; wir werden uns aber auch mit einigen merkwürdigen und dem größeren Theil unserer Leser bekannten Pflanzen behelfen, welche uns gleichsam zu Haltpunkten dienen werden; dann werden wir einen Blick auf die anderen Theile der Erde, welche unter derselben Zone liegen, werfen, wo die Modifikationen der Vegetation leichter begriffen werden werden, da es sich nur darum handelt, sie mit denjenigen zu vergleichen, welche wir selbst kennen.

§. 869. Wir haben die Provence und Roussillon genannt. Alle von dem mittelländischen Meere bespülten Länder bieten mit jenen die überraschendsten Verhältnisse in ihrer Vegetation bis zu einer gewissen Entfernung vom Ufer dar, und bilden in ihrem Zusammenwirken eine beinahe gleichförmige botanische Region. Einige tropische Familien geben bis dahin, aber sie sind dort nur durch eine geringe Anzahl von Arten repräsentirt, wie die Palmen durch die Dattelu und die Chamæropsdie Dorebindtaceen durch die Lentisceen und Pistaceen; die Myrtaceen durch die Myrthe und den Granatenbaum; die Laurineen durch den Lorbeerbaum der Dichter; die baumartigen Apocineen durch den Lorbeerrosenbaum. Anderentheils vermehren wenig zahlreiche Familien ihre Repräsentanten, wie die Caryophylleen, die Ciftineen, die Labiaten, welche, indem sie alle trockne und überflüssige Plätze bedecken, die Luft mit ihren aromatischen Ausdünstungen anfüllen. Die Cruciferen fangen an sich zu zeigen; unter den Coniferen findet man die Cypressen, die Pinien, Aleppo (laricio) u. s. w., unter den Amentaceen die Steineichen, der Korkbaum, die Platanen u. s. w. Ein cultivirter Baum, der Oelbaum, ist besonders geschätzen, diese Region zu charakterisiren, wo man ihn beinahe überall findet, und außer derselben wird man ihm schwerlich begegnen.

§. 870. Die Vegetation um Paris kann uns einen allgemeinen Begriff von der größtentheils kalten gemäßigten Zone geben. Die Familien, welche wir soeben angegeben haben, zeigen sich dort auch in einer großen Menge, aber in geringerer für die Labiaten und Caryophyllen, hingegen in einer wachsenden für die Umbelliferen und die Cruciferen. Es gibt ferner die nämlichen Baumfamilien, aber durch andere Arten repräsentirt, die Coniferen durch die gemeine Fichte, die Tannen, den Lärchenbaum; die Amentaceen durch die Eichen, Haselsträucher, Buchen, Birken, Erlen, Weiden; alle sind dem Verlieren ihrer Blätter während des Winters unterworfen, und daraus folgt ein ganz verschiedenes und nach den Jahreszeiten wechselndes Aussehen der Landschaft. Diese verschiedenen Gewächse wechseln unter sich selbst ab, sei es durch ihre proportionale Zahl, sei es durch ihre Arten selbst, gemäß dem Zonenpunkte, wo man sich befindet.

§. 871. Versetzen wir den Zuschauer an den Fuß der Alpen gegenüber von jenen großen Massen, die mit ewigem Schnee gekrönt sind. Wenn er seine Blicke auf das Gebirge wirft, wird er leicht wahrnehmen, das diese Vegetation, die ihn ummittelbar umgibt, und welche das mittlere und nördlichere Frankreich charakterisirt, in einer gewissen Höhe verschwindet, um einer anderen Platz zu machen, welche sich selbst aufeinderfolgenden Veränderungen unterwirft, je weiter sie sich erhebt, und da in einer gewissen Entfernung sein Auge nur die Umrisse großer Pflanzenmassen, in deren Mitte sich andere niedrigere verbergen, fassen kann, so wird er die einen als eine Reihe übereinander gelegter Streifen sehen: zuerst die der Bäume mit derabfallenden Blättern, welche sich durch ihr zarteres Grün unterscheiden; dann die der Coniferen mit dunklem und beinahe schwarzem Grün, dann endlich einen Streifen, dessen sehr undeutliches Grün die und da von anders gefärbten Platten unterbrochen ist, und geht so herab, bis zu der gekrümmten Linie, wo der Schnee anfängt; er ist die Ursache davon, daß die

Bäume, deren mehr oder minder genäherte Gipfel sich vereinigen, und demnach die von ihnen bedeckten Räume gleichförmig färben, aufgehört und Sträuchern und Kräutern Platz gemacht haben, die mehr und mehr verkrüppelt sind, und dem Niveau des Erdreichs nahe kommen.

Wenn er sich von dem Punkte aus, wo sich die Gegenstände so gestellt darboten, gegen das Gebirge bewegt und es erstieg, so kann er zuerst die Pflanzen unserer Felder sammeln, dann auf dem ersten Abhange, wird er andere mehr oder weniger verschiedene erlichten sehen, welche man gewöhnlich mit dem Namen Alpenpflanzen bezeichnet: Eisenhüte, Astrantia, gewisse Arten von Beifüßen, Prenantheen, Achilleen, Sarifragen, Potentillen u. s. w. Nachdem er sich längs der Nußbäume fortbewegt hat, und durch Kastanienwälder gegangen ist, wird er diese aufhören sehen, und die Wälder werden aus Eichen, Buchen und Birken bestehen. Die Eichen hören jedoch zuerst auf (ungefähr bei 800 Meter), die Buchen etwas später (bei 1000 Meter). Die folgenden Gehölze werden beinahe ausschließlich von immergrünen Bäumen gebildet (die Tanne, Lärche, gemeine Fichte), welche sich auf den nachfolgenden Stufen (bis gegen 1800 Meter) aufhalten; die Birke kommt noch etwas höher bis 2000 Meter vor. Eine Conifere, die Pinia cembra, beobachtet man noch manchmal ein hundert Meter weiter. Ueber dieser Gränze hinaus lassen die Bäume nach, um niederes Buschholz zu bilden, wie z. B. eine Erlenart (Alnus viridis). Bald darauf sieht man sich von solchen Sträuchern umgeben, welche gleichfalls eine Region charakterisiren, woher man sie die Rose nennt, das Rhododendron, welches höher aufhört, um anderen noch niedrigeren Pflanzen Platz zu machen, welche kaum das Niveau des Bodens überragen, und welche man durch den Beinamen Alpengewächse bezeichnet. Es sind Arten einiger Familien, die man bei seinem Ausgangspunkte beobachtete: Cruciferen, Caryophylleen, Ranunculaceen, Rosaceen, Leguminosen, Compositen, Cyperaceen, Gramineen, jedoch verschiedene Arten; es sind auch zahlreiche und neue Repräsentanten anderer Familien da, welche nur sehr selten auf der Ebene vorkommen: Sarifragen, Gentianeen u. s. w. Die einjährigen Pflanzen fehlen beinahe gänzlich, was man voraus sehen konnte, da es nur eines ungünstigen Jahres bedarf, um ihre Race zu zerstören, weil daselbe die vollständige Reife ihrer Samenkörner nicht zuläßt, und dieser Fall demnach in einem so strengen Klima sehr häufig vorkommen muß. Die perennirenden oder Holzgewächse erhalten sich unter dem Erdreiche, welche einer sehr niedrigen Temperatur ausgesetzt ist; sie entziehen sich demnach dem tödlichen Einfluße der Atmosphäre, und entwickeln sich sogleich wieder, wenn sie sich mildert oder sich bis zu einem hinreichenden Grade erwärmt: dies geschieht jedoch nur während einer sehr kurzen Jahreszeit, und an gewissen Stellen nur einmal in mehreren Jahren. Es folgt daraus, daß die Stämme sich kaum erheben, und daß diejenigen, welche fruchttragend gewöhnlich auf dem Erdreiche hinstreichen, bald kriechend, bald kurz, steif, sparrig, von Stelle zu Stelle dichte und compakte Platten bildend, wie ein Strauch werden würde, den man jedes Jahr nahe an der Erde abschnitte. Der besondere Charakter jeder Familie verwischt sich auf diese Art und nimmt den allgemeinen Charakter der Alpenpflanzen an, und man findet diesen sogar in den Gattungen der Baumarten, z. B. bei den Weiden, welche hier auf dem Boden angeklammert fortkriechen. An dem Ufer der Gewässer, da wo die Spitze die Gebirge einen sanfteren Abhang bildet, wo sie sich in Terrassen abplattet, auf welchen sich eine Schichte Humus lagern kann, bildet die Vegetation ausgedehnte Teppiche, aber diese Teppiche sind sehr häufig durch Zufälligkeiten des Terrains zerrissen, und das Grüne zeigt sich nur in Bruchstücken, in Zwischenräumen, Spalten oder Krümmungen der Felsen. Erhebt man sich weiter, so zerstreut es sich mehr und wird ärmer, bis endlich diese Felsen keine andere Vegetation mehr zeigen, als die der Flechtenkräuter, deren Kruste den monotonen Teint ihrer Oberfläche etwas abwechseln macht. Man ist bei dem ewigen Schnee angelangt, wo die organisirten Wesen ihr Leben nicht mehr wollenden können und sich nur vorübergehend zeigen.

§. 871 (bis). Vergleichen wir jetzt das, was man beim Ausgang vom mittleren Frankreich bis zu den Polen beobachtet, mit dem, was man beim Ersteigen der Alpen beobachtet hat. Man sieht, wie sich die absolute Zahl der Arten und die relative Zahl gewisser Familien (Labiaten, Umbelliferen, Rubiaceen) vermindert, wie die mehrerer andern (Malvaceen, Cistineen, Euphorbiaceen u. s. w.) vollständig verschwindet. Indem wir zu Vergleichungspunkten gewisse charakteristische Pflanzen, nämlich die Bäume, welche wir auf dem Abhange der Alpen verfolgt haben, nehmen, so finden wir sie beinahe auf eine analoge Weise vertheilt, wenn man sie auf eine allgemeine Weise betrachtet; sie ist indessen ein wenig verschieden, so wie man sich in eine detaillirtere und strengere Untersuchung einläßt. Auf der westlichen Seite von Skandinavien hält die Buche unter 60° inne, ein wenig früher als die Eiche, welche bis zum 61° geht. Dies ist die nördliche Gränze der gemäßigt kalten Zone. Wir treten nun in die unterpolarische Zone, in die Mitte der Wälder von immergrünen Bäumen, der Tanne, welche bei 68°, der Fichte, die gegen 70° aufhört, wo aber der Lärchenbaum gänzlich fehlt. Die gemeine Birke geht noch ein wenig weiter. Es sind demnach die nämlichen Gewächse, deren Ganzes wir die verschiedenen Zonen, welche durch die verschiedenen Höhen der Berge bestimmt sind, haben charakterisiren sehen; aber sie folgen hier einer andern, manchmal entgegengesetzten Ordnung. Man trifft hierauf nur Sträucher an und gegen die Gränze von Lappland treten wir in die Polarregion ein. Diese aber kann von sich selbst wieder in zwei zerfallen, die eine, die artikische, analog der der Alpen, welche wir bäumelos, aber noch von niedrigen Sträuchern bekleidet gesehen haben. Hier erlegt die grüne Erle, bis 71°, die Zwergbirke und das Rhododendron wird von einer besonderen Art (Rhododendron laponicum) vertreten. In Spitzbergen sind wir endlich in der Region der Alpenpflanzen, in der anderen Zone, die man insbesondere polar nennen kann, wo die Vegetation, die nur einige Wochen erwacht, unter dem Schnee begraben, den Rest des Jahres schläft, und nur noch perennirende und halbstrauchartige, schlechte, dünngesäete Pflanzen hervorbringt, die größtentheils die nämlichen sind, welche wir an der Gränze des ewigen Eises angetroffen haben. Aber bemerken wir wohl, daß wir in der vorhergehenden Parallele der verschiedenen Pflanzenzonen nach den Höhen und nach den Breiten für diese letzteren vergleichungsweise den begünstigsten Theil der Erde gewählt haben, denjenigen, wo sich die Isothermen am meisten gegen die Pole erheben, nämlich die westliche Seite von Europa. Bei der Annahme von andern Meridianen hätten wir die auf einander folgenden Zonen sich bei viel weniger hohen Breiten inne halten sehen, um so weniger, als wir uns denjenigen mehr näherten, welche die Mitte der großen Continente durchziehen, oder sich ihren östlichen Seiten nähern.

§. 872. Rufen wir uns auch das zurück, was wir (§. 852) gesagt haben: daß die mittlere Temperatur einen geringeren Einfluß auf die Vegetation ausübt, als die äußerste Temperatur des Winters, und besonders die der Sommer, so wie auch die

Dauer derselben. Denn viele Pflanzen, welche unter der Erde oder unter dem Schnee, welcher sie bedeckt, der Einwirkung der Atmosphäre entgehen, können auf diese Weise der des strengsten Winters trotzen, und erscheinen während des Sommers wieder, indem sie alle Phasen der Florescenz und Fructification durchlaufen, wenn es lang genug hinreichend warm ist. Dieselben Bedingungen gestatten gleichfalls die Erhaltung einer gewissen Anzahl von Sommergewächsarten. Es können demnach ansehnliche Differenzen in der Vegetation zweier auf derselben Isotherme gelegenen Punkte sich ergeben: diejenige, wo die Temperatur des Sommers wenig verschieden von der des Winters ist, und die, wo sie sehr verschieden ist, wie im Osten und im Inneren der Continente; indem jede von ihnen eine gewisse Anzahl Pflanzen ausschließt, welche die andere zuläßt. Demnach können die Isothermen eben so wenig als die der Breiten und der Höhen eine Pflanzenzone strenge bestimmen; die Isochimenen und die Isotheren würden eben so wenig dazu ausreichen. Die Vegetation eines mehr oder minder beschränkten Landes ist ein Resultat dieser combinirten Einflüsse und vieler anderer noch, und folglich weit zusammengesetzter, als das Klima, dem sie nur auf eine allgemeine Weise untergeordnet sind. Man kann demnach nicht verlangen, ihre so zahlreiche Variationen durch eine fortlaufende Linie zu umschreiben, oder sie unter eine geringe Anzahl von Gesetzen zu bringen.

Man begreift daher, wie unvollkommen und unvollständig die Skizze, die wir entworfen haben, ist, indem wir gezwungen sind, uns auf einige Seiten einzuschränken und die Vervielfältigung der hier doch so nothwendigen Details zu vermeiden. Auch haben wir in dieser Darlegung weniger zu den Vorschriften, als zu den Beispielen unsere Zuflucht genommen. Wir haben uns natürlich auf Europa, und insbesondere auf Frankreich, beschränkt, damit der Leser wenigstens die Gränze der Vergleichung in Ermanglung der Vergleichung mit dem Ganzen hat. Suchen wir indessen noch einige Punkte davon zu zeigen.

§. 873. In dieser Vergleichung werden wir einen entgegengesetzten Weg einschlagen, wir werden von dem Gipfel der Gebirge zu ihrer Grundfläche, von dem Pole zu dem Aequator herabgehen.

Wenn wir bei den Massen, welche sich in verschiedenen Breiten und auf sehr verschiedenen Theilen der Erde befinden, die höchste Vegetationszone betrachten, diejenige, welche von der Schneegränze begränzt ist, und die wir polar genannt haben, so werden wir finden, daß sie überall dieselben Züge zeigt, nämlich die, von welchen wir einen sehr vollständigen Begriff bei den Alpyflanzen zu geben versuchten (§. 870). Auf den Höhen des Kaukasus, des Altai, des Himalaya, der mexikanischen, sowie der peruvianischen oder chileischen Anden, beschreiben uns die reisenden Botaniker denselben Anblick einer kaum vom Boden entfernten, stillstehenden Vegetation, die von den Trieben krautartiger perennirender Pflanzen, welche ein kurzer Sommer entwickelt, von den unbiegsamen Zweigen holziger Arten, deren Richtung nach dem Horizontalen strebt, anstatt nach dem Verticalen, und die in compakte Platten verworren sind, welche manchmal nur mit Hülfe des Beils geöffnet werden können, gebildet ist. Die Arten, welche wir auf den Hauptmassen von Europa, den Alpen, angetroffen haben, finden sich größtentheils auf den andern Gebirgen, denjenigen von Skandinavien, Spanien, der Türkei, den Apenninen, den Karpathen, den Pyrenäen. Sie vermischen sich ohne Zweifel in jedem dieser Länder mit einer gewissen Anzahl besonderer Arten; der allgemeine Grund bleibt jedoch derselbe. In Asien bieten der Altai, der Kaukasus und der Himalaya gleichfalls die größte Analogie dar; es sind im Allgemeinen dieselben Familien, dieselben Gattungen, jedoch durch verschiedene Arten vertreten, und um so mehr, je mehr man sich von der Vergleichungslinie, die wir gewählt haben, entfernt. In Amerika würde es vielleicht besser sein, diese Pflanzen, welche man dort in einem ausgedehnten Sinne gleichfalls Alpinen nennt, Andinen zu heißen; sie gehören noch zu denselben Familien, einige zu denselben Gattungen, die größere Anzahl jedoch neuen Gattungen an, vorzüglich die vieler Compositen und Umbelliferen. Uebrigens werden in dieser Höhe einige andere Familien, wie von den Oxalis, Calandrinia (Portulaceen) vertreten, und man führt sogar einige Malvaceen an, welche sich dieser Gränze nähern.

§. 874. Das Studium der Vegetabilien der Polarländer zeigt noch weniger Verschiedenheit zwischen dem alten und neuen Continent. Man kann in dieser Hinsicht zwei sehr bekannte Punkte mit einander vergleichen. Lappland durch die Arbeiten von Wahlenberg, die Insel Melville durch die von R. Brown. Diese dietet dadurch, daß sie in der Nähe eines Kältepols (§. 851) liegt, ein besonderes Interesse dar, sie kann als die äußerste Gränze der Vegetation am Niveau des Meeres betrachtet werden, mit einer mittleren Temperatur von 18 Grad unter Null, mit Wintern, wo das Thermometer unter 33 Grad herabsinkt, mit Sommern, wo es sich nicht über 3 Grad erhebt. Man hat dort in Allem 116 Pflanzen beobachtet, 49 Kryptogamen und 67 Phanerogamen, von welchen wir es für räthlich halten, hier die Vertheilung der Familien anzugeben: Schwämme (2 Arten), Flechten (15), Lebermoose (2), Moose (30), Cypereaceen (4), Gramineen (14), Junceen (2), Amentaceen (1), Polygoneen (2), Caryophylleen (5), Cruciferen (9), Papaveraceen (1), Ranunculaceen (5), Rosaceen (4), Leguminosen (2), Saxifragen (10), Ericinus (1), Scrofularineen (1), Campanulaceen (1), Chicoraceen (1), Corymbiferen (4). Von diesen Arten sind nun 70 (26 Dikotyledonen, 8 Monokotyledonen, 36 Akotyledonen) dem Norden von Europa gemein, 45 (20 Dikotyledonen, 12 Monokotyledonen, 13 Akotyledonen) bleiben dem Norden von Amerika eigen. Auf der anderen Seite hat Ramond auf einer von den Höhen der Pyrenäen von 133 Pflanzen 35 Arten (15 Kryptogamen, 20 Phanärogamen), die mit denen der Insel Melville identisch sind, angegeben. Was die neuen Entdeckungen in den Polarländern anbetrifft, so sind sie für die Botanik gerade so viel, als erfüllten sie nicht, da die Seefahrer den Boden unter der dichten Eisschichte, die ihn bedeckt, nicht wahrnehmen können, und da beinahe beständig der Zutritt zu demselben aus großer Weite verboten wird.

§. 875. In derselben Hemisphäre interessirt die Zone, welche wir arktisch genannt haben, und welche von dem Ocean bedeckt ist, den Botaniker nur wegen seiner Fucus. Was die nördliche Zone anbelangt, wo das Meer nur einen sehr kleinen Theil einnimmt, können wir uns mit dem Blick, den wir so eben auf Lappland warfen, begnügen, so innig verbindet sich die arktische Zone mit der polaren. Sie zeigt größtentheils die nämlichen Pflanzen, wie diese, welche sich mit anderen zahlreicheren, bereits von höheren Gestalten vereinigen, obgleich sie sich noch nicht zur Würde der Bäume erheben. Wir finden jedoch weit mehr abstechende Unterschiede, wenn wir diese beiden Zonen auf den Alpen und auf den Anden vergleichen. Auf dem Chimborasso, z. B. zwischen 3000 und 4000 Meter, sehen wir neben diesen niedrigen Arten, welche ausschließlich die höhere Region charakterisiren, die höheren Sträucher sich vermehren und sogar gegen unten einige Bäume. Gewisse Compositen begleiten dort sogar diese bei uns ungewöhnliche Gestalt. Zwei Arten

von dieser Familie (Espeletia und Chuquiraga) können durch ihr häufiges Vorkommen auf der ganzen Zone dazu dienen, sie zu charakterisiren und einige gehören zu der Zunft der Lippenblüten. Andere Familien (Escalloniaceen, Araliaceen, Ebenaceen) haben dort ihre Repräsentanten, und besonders die der Ericineen liefern verschiedene Gattungen und Zünfte. Die eine von ihnen, die Befaria, scheint hier das Rhododendron der Alpen zu ersetzen.

§. 876. Die gemäßigte Zone, welche wir bis jetzt nur in Europa betrachtet haben, bleibt uns noch in den anderen Theilen der Erde zu untersuchen übrig, zuvor auf der nördlichen Halbkugel, dann auf der südlichen. Sie umfaßt in Asien eine ungeheure Fläche, welche gegen Norden von einem Theil Sibiriens begränzt ist, an die nördliche Seite des Altai stößt und im Süden von jenen Ländern eingeschlossen ist, welche man gewöhnlich unter dem Namen der Levante oder des Orients kennt, und sich bis zu dem südlichen Abhang des Himalaya erstreckt. Der größte Theil dieser Fläche ist von zwei großen Gebirgsketten, die wir eben anführten, eingeschlossen, deren Zwischenraum kaum erforscht ist; wir können demnach nicht auf eine genügende Kenntniß ihrer Vegetation Anspruch machen, um ihre allgemeinen Züge zu entwerfen. Nur an den Gränzen ist sie besser bekannt; in der Levante, deren Vegetation im Norden mit der Vegetation der der Breite entsprechenden europäischen Gegenden verschmilzt, schattirt sich gegen Süden mit der der tropischen Regionen; auf einem langen Streifen Sibiriens, wo das beträchtliche Fallen der Temperatur auf einer großen Anzahl von Punkten uns zu der unterpolarischen Region zurückführt; trotz ihrer geringeren Breite, wo sich indessen jedoch viele neue Arten europäischer Familien zeigen, von welchen sich mehrere ohne Zweifel unter dem Einflusse der vergleichungsweise sehr heißen Sommer entwickeln. Die Vegetation der Tropen erstridt auf dem Abhange des Himalaya, und die der verschiedenen gemäßigten Klimate findet sich daselbst nach den Höhen, zu welchen man sich erhebt, ein. Die asiatische Zone wird endlich im Osten von dem nördlichen China und Japan begränzt, wo der Charakter der europäischen Vegetation noch nicht verwischt ist, wie es viele Pflanzen beweisen, welche zu denselben Familien und Gattungen gehören, aber sie modifizirt sich durch die Mischung anderer Europa fremder und Amerika gemeinschaftlicher Familien (Magnoliaceen, Menispermeen, Bytneraceen, Ternströmiaceen, Hippocastaneen, Sapindaceen, Zanthoxyleen, Calycantheen, Bignoniaceen, Commelineen, Dioscoreaceen). Zwei merkwürdige Bäume, der Thee in China, die Camellia in Japan, können dazu dienen, die warmen Zonen zu charakterisiren.

§. 877. Im nördlichen Amerika bildet das unermeßliche Gebiet der Vereinigten Staaten beinahe für sich allein die gemäßigte Zone. Die warme, welche zwischen dem 30° und 36° liegt, kann durch die Entwicklung von Bäumen, die einigen Familien angehören, deren wir bereits erwähnt haben, und vorzüglich durch die der Magnoliaceen charakterisirt werden. Die kalte, mit der entsprechenden europäischen Zone verglichen, unterscheidet sich von derselben durch die Seltenheit der Cruciferen, Umbelliferen, Chicoraceen und Cinareen. Andere Compositen (wie die Aster und Solidage) sind dort dagegen im Ueberfluß, sowie die Bäume aus der Familie der Cruciferen und Amentaceen vorhanden. Es sind Arten, die denselben Gattungen, wie die von Europa angehören, aber verschieden und abwechselnder sind; Fichten, Tannen, Lärchenbäume, Thuias, Wachholderbäume, Tarusbäume, Weißbuchen, Birken, Erlen, Nußbäumen, Eschen, Weiden, Ahornbäume, und besonders Eichen.

§. 878. Indem wir jetzt zu der anderen Hemisphäre übergehen, werden wir die geringe Ausdehnung wahrnehmen, welche die Länder der gemäßigten Zone daselbst einnehmen. Ein auf die Karte geworfener Blick überzeugt uns von dieser Wahrheit, indem er uns die verschiedenen Continente zeigt, welche ihre größte Ausdehnung unter den Wendekreisen haben und stufenweise und ziemlich rasch gegen den Südpol vorschreiten, sich verengern und sehr entfernt von demselben aufhören. So gehören der größte Theil von mittäglichen Amerika, von Afrika und beinahe die Hälfte von Neuholland der tropischen Region an. Afrika, das beim 35. Grad, Neuholland bei dem 45. Grad aufhört, geben keinen Punkt, der die warme gemäßigte Zone überschreitet, zu welcher das erstere sogar nur durch seine südlichen Punkte gehört. Amerika allein, das sich bis zum 55. Grad erstreckt, tritt in die kalte gemäßigte Zone ein.

Die äußerste Gränze derselben im Magellanslande bietet in seiner Vegetation eine merkwürdige Analogie mit der der anderen Hemisphäre dar, welche gleichfalls durch die Gegenwart gewisser Bäume (Weiden und Buchen), welche ziemlich große Dimensionen erreichen, charakterisirt ist. Der amerikanische Charakter wird an der Mischung einer Drymis, eines immergrünen zu den Magnoliaceen gehörenden Baumes, einer Escallonia einer Fuchsia u. s. w. erkannt. Indem wir einerseits bis zur Mündung des Rio de la Plata, andererseits bis zu den nördlichen Gränzen von Chile, welche die nebentropische Region bilden, herabsteigen, gehen wir stufenweise durch alle Modifikationen der gemäßigten Zone. Die Pflanzen von Chile, beinahe über 100 Familien, zeigen uns etwa fünfzehn, die Europa fremd sind, einige sogar scheinen derselben Region eigenthümlich zu sein, wie die Zunft der Lippenblütigen, in Beziehung auf die Compositen, Loaseen, Gilliesaceen, Francoaceen, Malesherbiaceen, Nolanaceen u. s. w. Unter den Bäumen sind im Ueberflusse im Norden vorhanden, neben dem Cactus peruvianus und andern, die Acacia caven, eine tropische Gestalt, gegen die Mitte einfache Rhamneen mit stacheligen Zweigen (Colletia), eine Homalinee (Aristotelia maqui), besondere Gattungen von Rosaceen (Quillaia und Kageneckia), ein Lorbeerbaum, die Escallonia, welche bis zum Gestade des Meeres herabsteigen; im Süden mit den Buchen und der Drymis, den verschiedene Myrten, zwei Gattungen von Monimieen, Cunoniaceen, Birineen (Aza a), und wenig zahlreiche Spiraceen, in Gattungen und Arten (Lomatia, Embothrium, Quadraria); von denen aber die zahllosen Individuen beinahe alle holzigen Pflanze an sich reißen. Zwischen diesen Bäumen klettern einige Cissus und Lardizabala, welche die Lianen vertreten.

§. 879. Wenn wir unter dem Aequator die Zone der Anden, welche durch ihre Höhe, dieser gemäßigten Region entspricht, vergleichen, so werden wir sie zwischen 1000 und 3000 Meter finden, indem sie auf ihrer oberen Gränze eine Drymis und eine Escallonia zeigt, diese Gattungen, welche wir so eben in dem Magellanenlande beschrieben haben, und welche in ihrer ganzen Ausdehnung durch Bäume von ganz besonderem Interesse charakteristisch ist: die Quinquina, deren verschiedene Arten sich auf verschiedenen Höhen begegnen, von denen einige tiefer, bis zur Gränze der baumartigen Flechten herab steigen. Ueberdies gehen aber die tropischen Pflanzen weiter auf dieser gemäßigten Gebirgszone, als auf der, welche die Breite bestimmt, und Palmen, epiphytische Orchisarten, Sensitiven, Melastomaceen u. s. w.,

begegnen sich in Menge und ziemlich hoch mitten in der Region der Cinnarinden.

§. 880. Die südlichen Länder, von welchen Neuholland den Hauptheil bildet, bieten in ihrer Vegetation einen ganz besonderen Charakter dar. Mehr als $^3/_{10}$ ihrer Arten sind ihr ausschließlich eigen, mehrere machen völlig getrennte Familien aus, von anderen wird der größere Theil der Familien kaum auf anderen Theilen der Erde vertreten. Diejenige sogar, welche allgemein verbreiteten und bekannten Familien angehören, verstecken diese Verwandschaft unter ungewöhnlichen Gestalten, welche in den ersten Zeiten ihrer Entdeckung fe verkennen und einen geistreichen Botaniker beim Anblick eines Kräuterbuchs von diesen neuen Pflanzen sagen ließen: Wir sind hier auf einem Maskenball. Die Masken sind jetzt bekannt. Dank den gelehrten Arbeiten, welche diese seltene Vegetation zu ihrem Gegenstande gehabt haben. Es ist besonders aber jener Theil, welcher unter dem 32. Grade liegt, und die südliche Gränze, welche man aufgenommen und studirt hat, demnach diejenige, welche der gemäßigten Zone angehört, und wir behaupten demnach, daß es jene ist, die einen ganz besonderen Stempel führt, während man gegen den Aequator mehr gemeinschaftliche Züge mit der allgemeinen Vegetat on der Wendekreise, und vorzüglich mit der von Ostindien wiederfindet, die Arten von zwei Gattungen, die eine von den Myrtaceen, die andere von den Leguminosen; die Eucalyptus und die Acacien mit Blättern, die auf Blattstiele reduzirt sind, sind die allgemein verbreitetsten und durch ihre Anzahl und ihre Dimensionen bilden sie vielleicht die Hälfte der Vegetation, welche diese Länder bedeckt. Wir haben schon (§. 124, Note) die Stellung ihrer Blätter angegeben, die ihrem Schatten und dem Gehölze, das sie bilden, ein ganz besonderes Aussehen geben. Die Goodeniaceen, Stylideen, Myoporineen, Pittosporeen, Dilleniaceen und Hallorageen, zeigen daselbst das Maximum ihrer Arten; eine gewisse Zunft von Dioscmeen, die kleineren Familien der Tremandreen und Stackhousieen werden nur da gefunden.

§. 881. Die Inseln von Neuseeland entsprechen in der Breite beinahe der Zone, die wir soeben untersuchten, und sind die zusammengestelltesten Länder. Sie können uns um so mehr interessiren, da sich etwas mehr gegen Süden, fast in der Nähe von ihnen, der Antipode von Paris befindet; obwohl sie auf der anderen Seite der Erde erscheinen, so müssen sie einen Theil unserer mittelländischen Region oder die Oelbäume vertreten. Indessen bietet ihre Vegetation einen sehr verschiedenen Charakter dar, einige gemeinschaftliche Züge mit Neuholland, eine größere Anzahl mit der des übrigen Theils von Polynesien, und folglich mit den Tropen. Man sieht dort Palmen (Corypha australis), Farn und baumartige Drakänas, Wälder von einer Conifere mit breiten Blättern (die Dammara) von einem von den unsrigen ganz verschiedenen Wuchse, und von Myrtaceen (Metrosideros). Bemerken wir indessen, daß diese Wälder abwechseln, und daß andererseits die von den Schiffern eingeführten europäischen Küchengewächse sich dort mit einer solchen Leichtigkeit verbreitet haben, daß sie jetzt eine große Rolle in dem Aussehen der sehr ausgedehnten Länder spielen.

§. 882. Das Kap der guten Hoffnung endlich zeigt eine sehr unterscheidende, in einigen Punkten mit der der südlichen Länder durch die Gegenwart der Proteaceen, der Diosmeen, der Restiaceen, sowie der Heiden, welche hier die abwesenden Epakriden zu ersetzen scheinen, analoge Physiognomie. Aber einestheils fehlen die Dilleniaceen, die blattstieligen Acacien und die Eucalyptus, während andere, auf Neuholland seltenere, oder nicht vorhandene Pflanzen, hier zahlreich und charakteristisch werden, wie die Iridieen, Ficoideen, die Pelargonium, die Aloe's, die Stapelien (Gattung von Asklepiadeen), die Bruniaceen, die Selagineen u. s. w. Gewisse Compositen, vorzüglich diejenigen, welche man gewöhnlich unter dem Namen Immortellen kennt (Gnaphalium, Elychrysum), sind ebenfalls sehr vielfältig. Die Gestalten der Palmen, die sich nur im Norden zeigen, sind von mehreren seltenen Arten von Cycadeen vertreten. Es gibt am Kap, wie in Neuholland, keine nur etwas sich erhebende Gebirge, auf welchen man die Abnahme dieser, jenen beiden Punkten der Erde eigenen Vegetation verfolgen kann. Neuseeland zeigt zwar ziemliche Höhen, um den Schnee auf ihren Gipfeln zu erhalten, aber die Botaniker haben sie noch nicht erforscht.

§. 883. Hier angelangt, finden wir uns zu den Zonen neben und zwischen den Wendekreisen zurückgeführt, welche bei dieser allgemeinen Untersuchung uns zum Ausgangspunkte gedient haben. Wir haben uns nur wenig bei den großen Continenten verweilt und nur eine kleine Anzahl von Inseln angeführt. Es bleibt uns demnach übrig, einige Zeilen über die Verschiedenheiten, welche die Inseln, in ihrer Vegetation verglichen, mit den Continenten darbieten, hinzuzufügen. Diejenigen, welche eine große Ausdehnung haben, können als kleine für sich bestehende Continente angesehen werden, aber dessenungeachtet zeigen sie immer durch die Entblößung ihres Littorals ein größeres Verhältniß von Boden, welches dem feuchteren und gemäßigteren Klima, das wir Seeklima (§. 853) nannten, unterworfen ist. Dieser Unterschied hat nothwendigerweise Einfluß auf ihre Vegetation, der sie einige besondere Charaktere aufdrückt, vermischt mit denen, die sie mit den benachbarten Theilen des Continents gemein hat, und die auf derselben Breite liegen. Einer von diesen Charakteren ist der relative Ueberfluß an akotyledonischen Zellenpflanzen und vorzugsweise an Farnkräutern, welchen dieses Klima besonders günstig zu sein scheint, und um so mehr, da es zu gleicher Zeit sehr warm ist. Sie zeigen sich dort demnach, in Beziehung auf die Totalität der anderen Pflanzen, in einem um so größeren Verhältniß, als die Insel weniger beträchtlich ist und folglich weit vollständiger unter den Temperaturbedingungen steht. So ist auf der großen Insel Jamaika die Zahl der Farnkräuter mit den phanärogamischen Arten verglichen wie 1 zu 10. Das Verhältniß ist $^1/_4$ auf der Isle de France und Bourbon, $^1/_6$ auf Neuseeland, $^1/_4$ auf Otaiti, $^1/_3$ auf der Insel Norfolk, $^1/_2$ auf der von Tristan-d'Acunha. Ein anderer Charakter der Vegetation der Inseln, in Beziehung auf den der Continente, ist der, daß die Totalsumme der Pflanzenarten fort auf einer gleichen Fläche geringer ist, und um so geringer, je kleiner und eingeschnittener die Meerbusen der Inseln sind: ein beinahe nothwendiges Resultat des Hindernisses, das diese Daxwischenkunft der Meere, der Fortpflanzung ursprünglich fremder Familien, auf diesem Boden entgegenstellt, welche hingegen auf einem gleichen aber continentalen Raume ankommen, und daselbst Wurzel fassen können, indem sie sich nach und nach auf allen umliegenden Räumen verbreiten. Das Seeklima scheint an vielen und insbesondere von den Wendekreisen entfernten Punkten der baumartigen Vegetation nachtheilig zu sein, wahrscheinlich in Folge heftiger und häufiger Winde. Dies kann man schon auf vielen Punkten unserer Küste wahrnehmen. Island, der shetländische und Faröer Archipel, haben keine Bäume oder zeigen nur einige verkrüppelte Gebüsche, welche auf einer kleinen Anzahl geschützter Punkte vereinzelt stehen, während wir diese Bäume

in höheren Breiten an der Küste von Norwegen eine große Stärke erlangen und Wälder bilden gesehen haben. Wir haben ebenfalls in der nördlichen Hemisphäre große Bäume bis zum Feuerlande und den Malouinen gesehen; obgleich um einige Grade näher dem Aequator, zeigen sich doch niedrige Sträuche mit einer der übrigen ähnlichen Flora.

§. 884. Die Wahrheit, die wir am Anfange dieses Kapitels ausgesprochen haben, geht deutlich von Einzelheiten aus, in die wir uns eingelassen haben: eine große Anzahl Punkte der Erde zeigen in ihrer Vegetation Verschiedenheiten, die unabhängig von den verschiedenen Zuständen sind, in welchen sie sich befinden, wie wenn ein jeder von ihnen anfangs der Gegenstand einer besonderen Schöpfung gewesen wäre. Zwei entfernte Punkte mit einem analogen, selbst identischen Klima und unter allen anderen Umständen, deren Ganzes die Identität der natürlichen Erzeugnisse nach sich ziehen muß, können dessenungeachtet nur verschiedene Pflanzen hervorbringen. Demnach hat jeder von ihnen ursprünglich die seinigen und nicht die anderen erhalten, obgleich sie ebenfalls dort leben könnten. Dies ist so richtig, daß man gewisse Arten, die man von einem Punkte zum andern gebracht hat, dort wie in ihrem ursprünglichen Vaterlande gedeihen sieht. Wir haben davon ein Beispiel bei Neuseeland (§. 880) angeführt und haben deren mehrere vor Augen, z. B. das Kreuzkraut von Canada, das, einmal in Europa eingeführt, daselbst das gemeinste Unkraut geworden ist, und so viele Sommergewächse, welche durch das zufällige Ausfallen ihrer mit aus anderen Ländern gebrachten Cerealien vermischten Körner sich so gut in dem unsrigen naturalisirt haben, daß man heutzutage kaum diejenigen, welche ursprünglich da sind, von denen, die es nicht sind, unterscheiden kann. Führen wir noch zwei Pflanzen an, die Agave (bekannt unter dem gemeinen und uneigentlichen Namen der Aloe) und den indianischen Feigenbaum (cactus opuntia), welche Algier, Sicilien, einen Theil des Littorals von Spanien, von Italien, von Griechenland bedecken, so daß die Reisenden, welche von dem ganz besonderen Aussehen, welches ihr Dasein der Landschaft gibt, sie als die Typus einer afrikanischen Vegetation ansehen, während alle beide aus Amerika kommen, und vor seiner Entdeckung nie auf unserem Continente erschienen sind. Unsere Mariendistel und unsere Carbone haben die Flächen des Rio de la Plata überzogen; das Ackergauchheil, das Rupprechtskraut, der gemeine Scherling, die diöcische Nessel, das gemeine Natterkraut, der gemeine Andorn vermehren sich heutzutage in den Umgebungen gewisser Städte von Brasilien, und wachsen sogar reichlich in ihren Straßen. Beinahe alle Länder können ähnliche Beispiele von Auswanderung gewisser Pflanzen nach den Auswanderungen der Menschen liefern. Wenn sie dort nicht früher angetroffen wurden, so war es nicht der Mangel besonderer Bedingungen zu ihrer Existenz, es war die allmächtige Hand, welche die Erde besäet, welche Keime davon hier und nicht dort niedergelegt hat.

Man sieht ein, daß eine Art, indem sie auf irgend eine Weise von einem Mittelpunkte ausgeht, sich um denselben, je nachdem sie die nöthigen Bedingungen zu ihrem Leben antrifft, strahlenförmig vermehrt. Die verschiedenen Breiten, die Gebirgsketten, die Wüsten, besonders die Meere, sind eben so viele natürliche Schranken, die sich ihrer unendlichen Ausbreitung widersetzen, und sie am gewöhnlichsten in sehr enge Gränzen einschließen, welche ihr die eigenthümlichen Bedingungen zu ihrer besonderen Organisation anweisen, von denen wir uns keine Rechenschaft geben können. Nach dieser Verschiedenheit der Lebensthätigkeit, welche den einen mannigfaltige Aufenthaltsorte erlauben, den andern sie untersagen, verbreiten sich die einen auf einem ungeheuren Raume, die andern concentriren sich auf mehr oder minder beschränkte Gränzen; es gibt aber einige, die man auf sehr entfernten Punkten, welche durch natürliche Hindernisse, von denen wir so eben einige beschrieben haben, getrennt sind und welche sie nicht allein überschreiten können, antrifft. Sie konnten, wie in dem Falle, den wir angegeben haben, durch den Menschen von dem einen zu dem andern gebracht worden sein, oder durch irgend eines von den verschiedenen Agentien, welche die Aussaat begünstigen (§. 886). Es gibt aber auch solche, bei welchen man es nicht durch dieses Agens erklären kann, und man wird sich veranlaßt finden anzunehmen, daß mehrere mehreren ursprünglichen Vegetationsmittelpunkten zugleich angehören konnten und daß ein jeder dieser Mittelpunkte aus Pflanzen in einer größeren Menge besteht, wenn sie ihm allein eigen sind, und in einer geringeren, wenn sie mehreren andern zu gleicher Zeit gemein sind. Man hat sporadisch (σποραδικός, Landstreicher) die Pflanzen genannt, welche sich auf große Räume und in mehrere verschiedene Länder ausbreiten; endemisch (ἔνδημος, in seinem Vaterlande bleibend) diejenigen, welche man in einem einzigen Lande beobachtet hat. Unter den ersten zeigen sich die einen auf sehr verschiedenen Punkten einer und derselben Zone, aber ohne sie zu überschreiten wie z. B. die Sauvagesia erecta, die man auf den Antillen, in Guyana, in Brasilien, auf Madagaskar, auf Java beobachtet hat, die anderen auf mehreren Zonen zugleich, wie z. B. den Scirpus maritimus, welcher in Europa, in Nordamerika, in Westindien, am Senegal, auf dem Cap, in Neuholland wächst; der Samolus Valerandi ist beinahe auf gleiche Weise ausgestreut. Dieselben Beinamen lassen sich bei den Gattungen und bei den Familien eben so gut anwenden, wie bei den Arten, natürlich in ausgedehnterem Umfange. Die Cacteen sind in Amerika auf die Wendekreise concentrirt, die sie nur etwas gegen Norden überschreiten; die Cynarinden auf einer gewissen Zone der Anden sind Beispiele von endemischer Familie und Gattung.

§. 885. Wenn zwei Punkte auf der Erde in ziemlich beträchtlichen Entfernungen von einander liegen, aber analogen Bedingungen unterworfen sind, so zeigen sie nicht die nämliche Vegetation; demungeachtet gibt es im Allgemeinen zwischen den beiden Vegetationen Beziehungen, die man nicht verkennen kann. Die Pflanzen sind einestheils, insofern sie zwei verschiedenen Mittelpunkten angehören, verschieden, anderntheils nähern sie sich, insofern sie gezwungen sind unter ähnlichen Bedingungen zu leben. Demnach können dieselben Gattungen durch verschiedene Arten vertreten werden, dieselben Familien durch verschiedene Gattungen oder verwandte Familien. Beispiele können in Menge angeführt werden, es genügt uns, einige bereits angeführte größtentheils zurückzurufen, wie diejenigen der Amentaceen und der Coniferen des gemäßigten Europa's, welche von andern Arten der nämlichen Gattungen in derselben Zone des nördlichen Amerika's vertreten werden, die der Coniferen durch andere Gattungen (Araucaria, Podocarpus) in der des mittägigen Amerika's; die gemeine Buche findet sich gegen die nördliche Gränze der gemäßigten Zone auf unserer Hemisphäre, die antarktische findet sich an der südlichen Gränze auf der südlichen Hemisphäre; zwei Arten Chamaerops geben die nördliche Gränze der Palmen an, die humilis in Europa, die palmetto in Amerika; das Rhododendron der Alpen wird in Lappland durch eine andere Art, auf den Anden durch eine andere Gattung, die Befaria, ersetzt; die Gegenwart der Diosmeen in den südlichen Ländern, am Cap der guten Hoffnung, im süd-

lichen Europa, die aber auf jedem dieser Punkte als ziemlich verschiedene Gattungen erscheinen, um ebenso viele getrennte Zünfte zu bilden; die Cricineen des Caps werden in Australien durch die verwandte Familie der Epacrideen, die der Selagineen durch die Myoporineen u. s. w. ersetzt. Man könnte demnach nach einer aus der Chemie entlehnten Vergleichung sagen, daß bei diesen Combinationen von Familien, Gattungen, Arten, welche die Vegetation eines Landes bilden, Aequivalente da seien, Substitutionen bewirkt werden, um die eines andern analogen obgleich verschiedenen Landes zu begründen.

§. 886. Bei diesem vergleichenden Studium aller Vegetationen, aus welchem die Wissenschaft der Pflanzengeographie entspringt, ist es nöthig, alle Pflanzen jedes Landes darzuthun und kennen zu lernen. Die für diesen Zweck verfaßten Bücher haben seit Linné den Namen Floren erhalten, ein Name, der ebenfalls in dem Sinne gebraucht wird, für welchen wir bis jetzt das Wort Vegetation genommen haben. Die Flora von Frankreich von Decandolle ist das von diesem Verfasser über die Pflanzen Frankreichs geschriebene Werk; die französische Flora ist im Allgemeinen das Ganze dieser Pflanzen. Unglücklicherweise mußten die Botaniker gewöhnlich sich auf die geographischen Gränzen der Länder, die sie beschrieben, beschränken, eine Gränze, die durch die Politik und nicht durch die Natur bestimmt und daher veränderlich ist. Um zu allgemeineren Resultaten zu gelangen, ist man gezwungen, die eine Flora mit der von verschiedenen Autoren zu vereinigen, die sehr häufig in verschiedenem Geiste und Plane gemacht sind, indem sie Documente von ungleichem Werthe und verschiedener Ordnung anwandten, und über die Identität oder Verschiedenheit gewisser Arten Zweifel zurückließen, welche die Verschiedenheit der Nomenclatur mit sich führt. Es fehlt jene Einheit, die man erhalten würde, wenn jede Flora eine ganz natürliche Region umfaßte.

§. 887. Aber wie kann man diese botanische Regionen richtig bestimmen? Es gibt solche, welche die Natur selbst klar begränzt hat, indem sie sie mit unüberschreitbaren Schranken umgab, wie gewisse isolirte Inseln weit in der Mitte des Oceans, St. Helena, die Sandwichsinseln, Madagaskar ꝛc. Die Schwierigkeit zeigte sich jedoch in der Vertheilung der Continente bei den Archipeln oder wenig entfernten Inseln, welche dahin gehören. Es finden sich dort ohne Zweifel gewisse von Gränzen umgebene Theile, welche auf jeder Seite die Vegetation in ihrem Ausstrahlen um ihren Mittelpunkt aufhalten, Meere, Wüsten, hohe Gebirgsketten. Aber es ist selten, daß sie so vollständig eingeschlossen sind, und das nicht eine Lücke, einige Communikationspunkte existirten, wodurch die Pflanzen einen Durchgang erhalten könnten, um sich in den benachbarten Regionen zu verbreiten und sich zu verbinden. Decandolle hat eine gewisse Anzahl dieser botanischen Regionen vorgeschlagen, und man hat sie mit Recht zu der Zeit, wo er sie schrieb, gelten lassen können, bevor die Untersuchungen so vervielfältigt wurden, wie in der letzten Zeit. Die Reisenden hatten im Allgemeinen nur um gewisse, ziemlich entfernte Erholungspunkte herum Pflanzen gesammelt, damit jede ihre Physiognomie und ihre besondere Vegetation zeige. Die Botaniker, welche nach einander um Rio-Janeiro, dann um Buenos-Ayres, dann in dem Magellanenlande sammelten, fanden dort drei sehr getrennte Mittelpunkte. Aber indem sie ihr Pflanzensammeln zu Lande und auf allen Zwischenpunkten von Rio einerseits gegen Norden bis zum Meere der Antillen, von der anderen Seite gegen Süden bis zum Cap Horn fortsetzten, hatten sie die Flora Patagoniens sich unmerklich mit der argentinischen Republick vereinigen sehen, diese mit der der südlichen Provinzen Brasiliens, diese letztere mit der der mittleren und diese hierauf mit der der nördlichen Provinzen und Guyana's, so daß es unmöglich wird, die festen Gränzen jeder dieser Regionen zu bestimmen. Dasselbe würde stattfinden, wenn man sich von Osten nach Westen von irgend einem Punkte der atlantischen Küste bis zu den großen Cordilleren bewegte. Die südliche Gränze von Afrika, die so gut charakterisirte Region, insofern man sich wenig vom Cap der guten Hoffnung entfernt, ist es um so weniger geworden, je mehr die Untersuchungen vom Ausgang dieser Kolonie gegen den Aequator hin ausgedehnter geworden sind. Man sieht also ein, daß alle diese Regionen nur darum strenge umschrieben erschienen, weil sie das Unbekannte ausschlossen. So geschah es wirklich, daß man im Jahr 1820 bloß 20 Regionen annahm und daß 15 Jahre später Decandolle's Sohn, indem er die zuerst von seinem berühmten Vater gegebenen annahm, sich bereits gezwungen sah, die Zahl derselben auf 45 zu setzen.

Schouw, einer von den Schriftstellern, der sich am meisten mit der botanischen Geographie beschäftigte, hat zu ihrer Vervollkommnung das meiste beigetragen, er hat sich bestrebt, zur Bestimmung der Regionen festere Regeln zu geben, welche nach seiner Ansicht nur in so weit zu dieser Würde erhoben werden durften, als von der Gesammtheit der Arten, welche sie enthält, wenigstens die Hälfte ihr ausschließlich eigenthümlich ist, so wie das Viertel ihrer Arten und einiger Familien. Wenn man auf der anderen Seite einige Arten von mehreren dieser charakteristischen Gattungen oder Familien wiederfindet, so sind es nur seltene und die und da vorkommende Repräsentanten, während sie ihr Maximum zeigen, wann sie häufig und zahlreich in dieser Region sind, welche ihre Gegenwart zu bestimmen dient. Nach diesem Principe hat er zuerst 18 Regionen und später 25 gegründet, welche er, die einen wie Decandolle, nach ihrer geographischen Lage, den größeren Theil nach den Pflanzen, welche einen entschiedenen Zug durch ihr größeres Zahlenverhältniß, oder durch ihre merkwürdige Physiognomie bilden, benennt. Einige geben sich zu Unterabtheilungen in Provinzen der, welche unter sich selbst durch ein Viertel der Arten, und einigen Gattungen, welche jeder besonders gehören, unterschieden werden. So theilt sich die Region der Labiaten und Caryophylleen, welche der der Cisteen (die Halbinsel Spaniens), die der Scabiosen und der Salbei (Süden von Frankreich, Italien und Sicilien), die der strauchartigen Labiaten, die Levante u. s. w.

§. 888. Wir haben die verschiedenen Gegenden der Erde die Musterung passiren lassen, indem wir die Veränderungen, welche die Vegetation von der einen zu der andern erleidet, auf eine sehr summarische und oberflächliche Weise angaben. Man kann beim Studium der botanischen Geographie, anstatt diesem Wege zu folgen, einen entgegengesetzten einschlagen, wo die Botanik Führerin der Geographie wird, indem man alle Familien nach einander nimmt und untersucht, wie jede von ihren Arten auf der Erde verbreitet ist. Durch diese allgemeine Vergleichung verfichert man sich einiger jener Wahrheiten, welche wir bereits bei der Concentration oder der Zerstreuung gewisser Arten, Gattungen und Familien angegeben haben, und man kann ihr relatives Verhältniß entweder auf der ganzen Erde, oder auf ihren großen Eintheilungen oder Theilen, oder besonders auf jedem hinreichend bekannten Punkt bestimmen. Die Bestimmung dieser Verhältnisse hat von Humboldt den Namen botanische Arithmetik erhalten, welcher, trotz einiger vor ihm dahin abzweckender Versuche verdient, beinahe als Gründer der

Wissenschaft der Pflanzengeographie anerkannt zu werden, welche er durch seine Arbeiten in der Meteorologie und zugleich in der Botanik, durch die so reichen Resultate seiner wissenschaftlichen und langen Reisen, bereichert hat, und durch die Autorität seines Beispiels, so viele und bessere Geister auf diesen durch ihn geöffneten Weg führte. In diesem Gesichtspunkte kann man in der Flora, die man studirt und die wir ziemlich vollständig annehmen, die gegebenen Zahlen von den Arten einer Familie insbesondere oder mit der einer andern, oder mit der Totalsumme aller Familien zusammen vergleichen. Wenn man diesen Calcul auf eine gewisse Anzahl passend gewählter Floren angewandt hat, so bemerkt man eine gewisse Beständigkeit bei den Floren, die auf einerlei Isothermen liegen, so daß die Kenntniß der Zahl der Pflanzen von einer einzigen Familie an irgend einem gegebenen Punkte, in gewissen Gränzen einen Begriff von dem übrigen Theil der Vegetation geben kann, wenn die Isothermen bekannt ist, und umgekehrt von der Isotherme, wenn man die Totalsumme der Pflanzen kennt. Wir sind ohne Zweifel von diesem Grade der Erkenntniß noch weit entfernt, der erlauben würde, Tabellen zu verfertigen, welche mit einander die Botanik und die Meteorologie verschiedener Punkte auf der Erde beleuchtete. Die eine wie die andere dieser Wissenschaften werden lange noch ihre Bestimmungen zu vervielfältigen haben, bis sie eine strenge Genauigkeit in dieselben bringen, jedoch können die bereits erhaltenen Resultate einiges Licht auf die Fragen werfen, welche sie noch nicht lösen. Wir begnügen uns hier einige allgemeine Zahlenverhältnisse über diese Vertheilung der Pflanzen auf der Erdoberfläche anzugeben.

§. 889. Es ist eine angenommene Thatsache, daß die absolute Zahl der Arten vom Pol bis zum Aequator, wo man ihr Maximum wahrnimmt, sich progressiv vermehrt. Indessen darf man nicht glauben, daß dieses größere Verhältniß, nothwendig aus dem Einflusse einer geringeren Breite entspringt. Die ziemlich arme Flora großer Länder, welche zwischen den Wendekreisen liegen, verglichen mit sehr reichen Floren gemäßigter Länder, z. B. der von Arabien mit der von Frankreich oder der vom Cap der guten Hoffnung, der des nördlichen Neuhollands mit seinem südlichen Theile, würde eine solche Behauptung förmlich Lügen strafen. Es ist aber erwiesen, daß, wenn eine tropische Gegend von Thälern und Bergen unterbrochen wird, sie einer größeren Anzahl von Zonen entsprechen werde, zum Theil denjenigen, welche den Fuß dieser Berge bilden, und daß die Verschiedenheit der Pflanzen sich im Verhältniß mit derjenigen der Bedingungen, welche sie daselbst antrifft, entwickeln wird. Indem man die Forschungen nicht bloß in den Gebirgen von Gates und Relgherrien, besonders aber bis zum Abhange des Himalaya treibt, so sah man in der neueren Zeit, wie sich die Flora von Oftindien um einen merkwürdigen Grad vermehrte, und wenn das tropische Amerika als das gelobte Land der Botaniker, wegen der ausgezeichneten Varietät und beinahe Unerschöpflichkeit der Produkte, welches es ihnen darbietet, ausgerufen wurde, so muß man es ohne Zweifel den zahlreichen Zufälligkeiten seines Erdreiches zuschreiben.

Während die großen Ketten Asiens, welche von Osten nach Westen laufen, auf dem größten Theile ihrer Ausdehnung, derselben Breite entsprechen müssen, zeigen die Cordilleren Amerika's, die von Norden nach Süden gehen, nicht nur ganz dieselbe Reihenfolge von Pflanzenzonen, sondern sogar jeder Punkt, eine sehr verschiedene Breite, und folglich neue Einzelnheiten in ihrer Vegetation. Die secundären Ketten, die davon ausgehen, die andern, die sich in verschiedenen Richtungen kreuzen, die zahlreichen Wasseradern, die aus denselben entspringen, die großen Thäler, welche von den größten Flüssen der Welt durchströmt werden, sind eben so viele mächtige Ursachen der Fruchtbarkeit und Abwechslung, und man wird sich wenig wundern, daß Mexiko, Columbien, und besonders Brasilien, in einem gleichen Raume zahlreichere und verschiedenere Arten, als die meisten anderen Punkte der Erde enthalten.

§. 890. Diese sehr zahlreiche Arten, welche sich zwischen den Wendekreisen verbreiten, entsprechen nothwendiger Weise einer größeren Anzahl Familien und Gattungen, und sie vermindert sich progressiver Weise, je mehr sie sich den Polen nähern. Aber da alsdann jede Gattung von einer geringeren Anzahl von Arten vertreten wird, so werden in den Floren dieser kalten Länder, die Zahlen der Gattungen im Verhältniß zu der der Arten größer. So zählt z. B. die Flora von Frankreich heutzutage mehr als 7000 Arten, welche auf mehr als 1100 Gattungen vertheilt sind, die schwedische etwas mehr als 2300 Arten auf 566 Gattungen, die lappländische etwas weniger als 1100 Arten auf 297 Gattungen, so daß für jede Gattung die mittlere Zahl der Arten in Frankreich 6, in Schweden 4,1, in Lappland 3,6 beträgt.

§. 891. Die absolute Zahl der Holzarten und ihr Verhältniß zu den Krautarten vermehrt sich ebenfalls, je mehr man sich dem Aequator nähert. Die Zahl der jährigen oder zweijährigen Arten wächst demnach in dem umgekehrten Verhältnisse, welches sich aber auf diese Weise nicht bis zu den Polen fortsetzt. Es sind die gemäßigten Zonen, die ihrer zarten Natur am günstigsten scheinen, was die Erfahrung in unseren Gärten lehrt. Sie erlangen dort ihr Maximum, und ihr Verhältniß nimmt weiter davon entfernt ab. Wir haben sie in den kälteren Zonen verschwinden sehen, sei es in der Breite, sei es in der Höhe, wo der größere Theil der Pflanzen verennirend oder frauchartig ist.

§. 892. Ein Folgesatz der vorhergehenden Annahmen ist der, daß der Wuchs der Pflanzen im Allgemeinen von den Polen gegen den Aequator hin zunimmt. Diese Regel scheint aber für eine besondere Pflanzenordnung umgekehrt zu sein, die Fucus, die ziemlich klein in den tropischen Meeren sind, erlangen in den arktischen oder Polarmeeren enorme Dimensionen. Man hat am Cap Horn einige gemessen, deren Länge beinahe 100 Meter erreichte.

§. 893. Suchen wir jetzt die relativen Verhältnisse der Arten, die zu den drei großen Zweigen des Pflanzenreiches unter den verschiedenen Breiten gehören, auf. Wenn man sich an die von den Floren angegebenen Zahlen hält, so wird man versucht, folgendes Gesetz anzunehmen: daß die Zahl der Kryptogamen oder Akotyledonen im Verhältniß zu der der Phanärogamen oder Kotyledonen zunimmt, je weiter man sich vom Aequator entfernt. Nach den von Humboldt für die mittleren Theile der drei großen irdischen Zonen gegebenen Tabellen, würden in der Eiszone (von 67° bis zu 70°) die Kryptogamen der Zahl nach den Phanerogamen gleich sein, um die Hälfte geringer, als der gemäßigten Zone (von 45° bis zu 52°), beinahe achtmal geringer in der Aequatorialzone (von 0° bis 10°) sein, indem das Verhältniß $^1/_{13}$ für die Ebenen und $^1/_5$ für die Berge wäre. Man muß jedoch bemerken, daß in den Floren die Zahl der Kryptogamen weit weniger genau bestimmt ist, als die der Phanerogamen, daß die erstere sich durch Nachforschungen, welche zu der anderen wenig beitragen, zu vermehren fortfahren (z. B. in der Flora von Paris), daß die verschiedenen Länder Europa's von den am Orte bleibenden Botanikern mit einer ganz andern Sorgfalt erforscht worden sind, als es die fremden Länder von Reisenden werden

konnten, welchen viele unbekannten und nicht leicht sichtbare Pflanzen, aus denen der größere Theil der Akotyledonen besteht, entgehen mußten; daß man sich um so mehr an das Auffuchen der Kryptogamen machte, als das der Phanerogamen eher erschöpft wurde, und demnach das Land den Polen näher lag; daß die gefundenen Verhältnisse diese Ungleichheit in den Untersuchungen müssüßten, welche, wenn sie in den tropischen Regionen mit mehr Sorgfalt verfolgt wurden, ohne Zweifel etwas verschiedene Resultate in den Mengen dieser Pflanzen hervorführen würde, sei es auf der ganzen Erde, sei es in jeder Zone, besonders in den wärmsten. Uebrigens bezieht sich das Vorhergehende vorzugsweise auf die Zellenkotyledonen. Wir werden sehen, daß die Vertheilung der Gefäßpflanzen anders und mit mehr Sicherheit bekannten Gesetzen folgt.

§. 894. Indem wir die beiden großen Zweige der Kotyledonen unter sich vergleichen, sieht man, daß das relative Verhältniß der Monokotyledonen zunimmt, je mehr man sich vom Aequator entfernt. Bis zum 10 Grad war es in Beziehung auf alle Phanerogamen beinahe $^1/_6$ für den neuen Continent und $^1/_5$ für den alten. Indem es progressiv wächst, wird es gegen die Mitte der gemäßigten Zone $^1/_4$ und gegen seine Gränzen $^1/_3$. Aber es fällt wieder etwas in den Eisregionen, z. B. in Grönland. Es ist klar, daß das Verhältniß der Dikotyledonen das umgekehrte ist, und sich durch Brüche ausdrückt, die complementär zu den vorhergehenden sind. Die Vermehrung gewisser Familien, die Verminderung gewisser anderer bestimmen diese Resultate, was die folgende Tabelle begreiflich macht, welche wir von Humboldt entlehnten, welche für die Mitte der drei großen Zonen und in Beziehung auf die Totalität der Phanerogamen das Verhältniß einiger am allgemeinsten verbreiteten und wichtigsten Familien durch die Zahl ihrer Arten ausdrückt und deren Contingent, indem es sich nach den Zonen verändert, am sicherſten auf die Variationen dieser großen Verhältnisse einwirken muß.

Gruppen oder Familien.	Beziehungen zur ganzen Masse der Phanerogamen.						
	Aequatorial-Zone. Breite 0°—10°.		Gemäßigte Zone. Breite 45°—55°.		Eisregion. Breite 67°—70°.		
Juncaceen		$^1/_{400}$		$^1/_{90}$		$^1/_{25}$	
Cyperaceen	alter Continent	$^1/_{222}$		$^1/_{120}$		$^1/_{9}$	Das Verhältniß nimmt vom Aequator gegen die Pole zu.
	neuer Continent	$^1/_{50}$					
Gramineen		$^1/_{14}$		$^1/_{12}$		$^1/_{10}$	
Amentaceen		$^1/_{800}$	Europa	$^1/_{45}$		$^1/_{20}$	
			Amerika	$^1/_{225}$			
Ericineen		$^1/_{130}$	Europa	$^1/_{100}$		$^1/_{25}$	
			Amerika	$^1/_{56}$			
Euphorbiaceen		$^1/_{22}$		$^1/_{80}$		$^1/_{500}$	Das Verhältniß nimmt vom Pole gegen den Aequator zu.
Rubiaceen	alter Continent	$^1/_{14}$					
	neuer Continent	$^1/_{25}$		$^1/_{60}$		$^1/_{80}$	
Leguminosen		$^1/_{16}$		$^1/_{8}$		$^1/_{5}$	
Malvaceen		$^1/_{25}$		$^1/_{200}$		0	
Cruciferen		$^1/_{800}$	Europa	$^1/_{48}$		$^1/_{24}$	Das Verhältniß vermindert sich von der gemäßigten Zone gegen den Aequator und gegen die Pole.
			Amerika	$^1/_{60}$			
Umbelliferen		$^1/_{500}$	Europa	$^1/_{40}$		$^1/_{80}$	
			Amerika	$^1/_{10}$		$^1/_{70}$	
Labiaten		$^1/_{40}$	Europa	$^1/_{25}$			
Compositen	alter Continent	$^1/_{18}$		$^1/_{8}$			
	neuer Continent	$^1/_{18}$		$^1/_{6}$		$^1/_{13}$	
Farnkräuter	wenig bergig. Lande	$^1/_{20}$					
	sehr bergigem Lande	$^1/_{3}$ à $^1/_{5}$		$^1/_{70}$		$^1/_{25}$	

§. 895. Die Pflanzen welche zu verschiedenen Familien gehören, deren Arten unter sich selbst nach den Gegenden verschieden sind, geben durch ihre verschiedenen Combinationen die eigene Physiognomie der Landschaft von jeder von ihnen an. Aber diese hängt zu gleicher Zeit von einer anderen Ursache ab, welche wir noch zu untersuchen haben, von der Zahl der Individuen derselben Gattung auf einer gegebenen Fläche. In jedem Lande wird derjenige, welcher mit einiger Aufmerksamkeit die Vegetation um sich herum betrachtet, und der sich nicht damit begnügt, einen oberflächlichen Blick auf das Ganze zu werfen, die verschiedenen Einzelnheiten zu analysiren suchen, er wird daraus ersehen, daß unter den Pflanzen, welche sie bilden, die einen sich unendlichemale wiederholen, so daß die und die Art große Räume mit ihren an einander gedrängten Individuen bedeckt, während die von einer andern sich nur die und da zeigen. Von der Vielfaltigkeit der verschiedenen auf einem Punkte vereinigten Arten oder aus der Vermehrung einer derselben, welche mit Ausschluß des größeren Theils der anderen wächst, hängt der Eindruck der Mannigfaltigkeit oder Einförmigkeit ab, den das Auge dem Geiste überliefert. Man hat **sociale Pflanzen** diejenigen genannt, die in Gesellschaft leben, wie gewisse Thiere in großen Heerden, wenn man einige isolirte in großen Entfernungen antrifft, so ist dies eine seltene Ausnahme. Ihre Gegenwart zeigt immer dieselbe Natur mit dem Terrain an, das sie bedecken; die Linie, wo sie anhalten, einen Wechsel in der Natur des Terrains. Dies zeigt sich deutlich am Ufer gewisser fließender Wasser. Die Länge der Kanäle oder das Niveau bleibt beinahe constant. Die Ufer mit verschiedenen Höhen zeigen verschiedene Bedingungen in dem Feuchtigkeitsgrade und oft auch in der Natur des Erdreichs, welches sie bildet; auch sieht man gewisse Pflanzen, gewisse Arten von Junceen, von Cyperaceen, von Gramineen sich regelmäßig in engen und parallelen Streifen über einander legen, wovon jeder aus einer und derselben Art besteht und welche die verschiedenen Schichten dieser Scheidewand bezeichnen. Diese regelmäßige Lagerung wird nach einem sehr großen Maßstabe längs der beträchtlichen Flüsse, z. B. derjenigen vom mittägigen Amerika beobachtet, wo die Seefahrer Tage lang den monotonen Anblick steiger Linien von großen Bäumen haben, von welchen jede Art unveränderlich eine verschiedene Etage einnimmt. Gewisse Junceen, gewisse Carex bedecken ganze Sümpfe, und am Ufer unserer Teiche drängen sich Arundo phragmites, Scirpus lacustris an, indem sie einen gewissen Gürtel bilden, über welchen hinaus der Grund auf der einen Seite zu tief, auf der anderen zu trocken wird, um ihnen zu gestatten fortzukommen. Die Steeginster (Ulex europaeus), welcher die Steppen bedeckt, die Heiden, welche ihren Namen diesen so zahlreichen und so ausgedehnten unfruchtbaren Brachfeldern im Norden von Europa entweder auf den Ebenen, oder auf den Bergen, welche unabsehbar

die röthlichen Teppiche einer einzigen Art (der Erica vulgaris) bedecken, gegeben haben, oder die niederen Gestalten einer weit weniger ausgedehnten Art (der Erica scoparia) sind ohne Zweifel dem größeren Theile unserer Leser bekannte Beispiele. Diese Vegetation, welche von einer einzigen Art gebildet ist, zeigt nothwendigerweise eine große Leichtigkeit und eine große Lebens- und Reproduktionskraft an; bei dem Erdreich eine große Unfruchtbarkeit, d. h. die Abwesenheit der zur Nahrung verschiedener Pflanzen eigenthümlichen Bedingungen. Wenn einige andere sich dort entfalten, so werden sie endlich von den socialen Pflanzen, deren Domäne es ist, erstickt oder verdrängt, oder sie begnügen sich dort nur selten und zerstreut. Wir haben einige in unserem Lande gemeinere angeführt, aber beinahe alle Länder haben die ihrigen, welche dergestalt gewisse Räume, die mit Namen bezeichnet sind, welche sich mit dem Lande und der Pflanze verändern, an sich reißen; oft zeigen sich mehrere gemeinschaftlich, und es gibt viele, welche, indem sie den Grund der Vegetation bilden, mitten unter sich eine ziemlich große Menge anderer dulden, die von einem nicht so ausschließenden Boden ernährt werden.

§. 896. Wir finden uns ganz natürlich zur Untersuchung eines Einflusses, nämlich des Erdreichs geführt, welches wir bis jetzt bei Seite lassen mußten, weil wir die großen Regionen der Erde im Ganzen ihrer Vegetation betrachteten, und weil die Variationen, welche aus der des Erdreichs entspringen, weit örtlicher, zerstückelter sind, und sich in jeder dieser Regionen vermehren, und dies häufig auf sehr beschränkten Räumen. Unter dem allgemeinen Namen Erdreich, müssen wir jenes Mittel verstehen, wo eine Pflanze wachsen kann, und folglich sind auch die Gewässer darunter begriffen.

§. 897. Wir wollen mit dem Meere beginnen, wo wir einen Theil Algen (§. 732) haben sehen, diejenigen, welche einen gewöhnlich unter dem Namen Fucus kennt, und welche auf dem Grunde oder den Felsen sich angeklammert, aber nicht eingewurzelt haben; sie ziehen ihre Nahrung aus dem Salzwasser, das sie umgibt. Einige sogar schwimmen frei, dies ist die seltene Art, die man tropische Traube nennt, wegen ihrer in Traubenform angesammelter Wölbungen, und welche sich den Seefahrern in Gestalt von Bänken von ungeheurer Ausdehnung zwischen dem 22. und 26. Grad nördlicher Breite und zwischen 25. und 45. Grad der Länge zeigt. Unter den Phanärogamen sind die Zosteraceen allein (Tab. II.) Seepflanzen.

§. 897 (bis). Unter denen des süßen Wassers finden wir einen anderen Theil der Algen (§. 732); einige sind freischwimmend der größere Theil ist auf dem Boden angewurzelt, die Characeen, Rhizocarpeen, einige Moose und Lebermoose; von den Phanärogamen, beinahe alle Arten der Monokotyledonen mit nacktem Korne, und mit keiner oder krautartiger Blütenhülle (Tabelle II.); andere mit samenhülligem Korne, wie die Pfitzaeen und gewisse Typhineen; von den Dikotyledonen, die Ceratophylleen, Nymphäaceen, Nelumboneen, Cabombeen, der größere Theil der Haloragaceen, Utrikulariaceen u. s. w.

§. 898. Der größere Theil dieser Pflanzen erhebt sich über das Wasser, ihre Gipfel tragen Blüten und Früchte, und liefern uns dergestalt einen beinahe unbemerkbaren Uebergang zu dem der Sümpfe oder Bäche, die nur ihre unteren Theile unter dem Wasser, ihre Blütentheile und oft einen Theil ihrer Blätter über denselben haben: die Juncagineen, Alismaceen, Butomeen, gehören zu diesem Falle. Die Gramineen, Junceen, Cyperaceen, liefern uns zahlreiche Beispiele. Führen wir noch die Oronticaceen, Pontederiaceen, einige Lycopodiaceen, Irideen, Orchideen, Polygoneen, Caryophylleen, Cruciferen, Ranunculaceen, Lythrarieen, Rosaceen, Onagrareen, Umbelliferen, Plantagineen, Scrofularineen, Labiaten und Compositen an. Es gibt solche, welche die stehenden Gewässer vorziehen, die einen dehnen sich in mehr oder minder beträchtlichen Teichen aus, die anderen beschränken sich auf Pfützen und Gräben; andere wollen fließende Wasser; einige Eiswasser, welches das Schmelzen des immerwährenden Schnees unterhält, wie die hübschen Arten von Saxifraga, und anderer Alpflanzen, die die Ufer der Bäche in diesen hohen Regionen begränzen.

Das Salzwasser, für den größeren Theil der Gewächse tödlich, ist dagegen für das Leben mehrerer nothwendig, welche man auf dem Sande der Meeresküste sich vermehren sieht, und von denen einige sogar etwas weiter vorstreiten und daselbst ihre Wurzeln in einer gewissen Tiefe befeuchten: hierher gehören z. B. die Avicennia und die Leuchterbäume (Rhizophoren Tabelle XI.). Diese ausgezeichnet socialen Bäume, an den Ufern aller tropischen Meereskästen gemein, geben denselben ein eigenes Ansehen durch ihre starken Wurzeln, welche sich über das Wasser erheben, indem sie gleichsam eben so viele Gewölbepfeiler über dem Mittelpunkt bilden, von welchen sich der Stamm erhebt.

Man nennt Torfmoore gewisse Sümpfe von einer besonderen Natur, die mit socialen Pflanzen bedeckt sind, deren Wurzeln sich innig unter einander vermischt haben, sie machen das Terrain locker und schwammig, dessen Grund häufig von Arten einer Gattung Moose, das Sphagnum, angefüllt ist, wo gewisse Pflanzen (Drosera, Oxycoccus, einige Salbei u. s. w. und einige Farnkräuter, wie die Osmunda regalis) gut fortkommen. Indem die Vegetation sich jedes Jahr erhebt, erhöht sie den Grund, und die der vorhergehenden Jahre vertieft sich, wird mehr und mehr begraben, hört auf zu leben, und der Einwirkung der Luft geschützt, verliegt sie sich nicht und bildet endlich mit dem Schlamme, der die verschiedenen Theile in ihrer ersten Lage verbindet, eine compakte Masse, die unter dem Namen Torf zum Verbrennen tauglich ist.

Gewisse Pflanzen werden beinahe zugleich auf der mit Wasser bedeckten oder ausgetrockneten Erde angetroffen. Viele von den Sumpfpflanzen sind in diesem Falle und man nennt sie Amphibien. Einige, die man mit dem besonderen Beinamen, überschwemmte, bezeichnet, wachsen auf Erdreichen, welche bald mit Wasser bedeckt, bald von demselben verlassen sind. Die Blätter dieser Amphibien sind verschiedenen Formen unterworfen, je nachdem sie im Wasser oder in der Luft entwickelt worden sind, so verdienen die der Ranunculus aquatilis in dieser Beziehung studirt zu werden.

§. 899. Wir haben früher (§. 313—316) von dem Einflusse, welchen die Natur des verschiedenartig modifizirten festen Erdreiches auf die Vegetation ausübt, gesprochen; aber wir haben uns bloß mit der Rolle beschäftigen müssen, die es bei der Ernährung der Pflanzen spielt; und es bleibt uns jetzt nur noch zu untersuchen übrig, welchen Einfluß es auf die Vertheilung ihrer Arten oder Familien haben kann. Das Erdreich von verschiedener chemischer Zusammensetzung zeigt in seinen freiwilligen Produktionen einige Verschiedenheiten, die aber ziemlich wenig bemerkbar in dem Ganzen der Flora sind. Die kalkigen, sandigen oder thonigen Böden zeigen, ohne Zweifel einige Pflanzen, die jedem von ihnen eigenthümlich ist; aber es ist keine Zahl vorhanden, und zwar von solcher Beständigkeit, daß die Flora der einen durch allgemeine Züge sich rein von der aller andern absondert; es gibt überdies salzige Böden, die bedecken sich mit gewissen Arten, und viele von ihnen nehmen charakteristische Formen in ihren kurzen und verdickten Blättern an, wie die Salsola, Salicornia. Die Atriplicen, einige Cruciferen, einige Primula-

ceen, die Staticeen, finden sich ebenfalls reichlich an den Meeresküsten, und wir haben bereits die Bemerkung gemacht (§. 315), daß man dieselben Pflanzen oder andere analoge überall im Innern der Länder wieder findet, wo ihre Zusammensetzung salzig ist.

Aber im Allgemeinen wirkt die Zusammensetzung des Bodens besonders, indem sie seine physischen Eigenschaften dadurch modifizirt, daß sie ihn lockerer oder fester, mehr oder weniger durchdringlich für das Wasser und die Luft, geneigter zum Aufhalten oder Durchlassen des ersteren macht, so daß derselbe Boden einer und derselben Pflanze unter zwei Klimaten von entgegengesetzter Natur günstig oder schädlich sein kann, und daß umgekehrt dieselbe Pflanze in einem oder dem andern dieser verschiedenen Klima-Erdarten von verschiedener Natur verlangt. So hat Kirwan gezeigt, daß in einem Boden, welcher trocken ist, der Weizen alaunhaltiges Erdreich vorzieht, weil es hygroskopischer ist; einen feuchten, sandigen Boden, weil er es weniger ist.

§. 900. Man kann beinahe das Nämliche über die Beziehungen der geologischen Beschaffenheit des Erdreichs mit seiner Vegetation sagen. Da in den oberflächlichen Schichten und in einer geringen Tiefe diese sich vorbereitet und ausarbeitet, so gibt uns die Geologie, indem sie uns lehrt, welches der Ursprung dieser Schichten, ihre Natur und die der unteren Schichten ist, auf welcher sie aufliegt, ohne Zweifel in vielen Fällen werthvolle Andeutungen, aber sie kann und darf nicht im Allgemeinen in die reinörtlichen Einzelheiten, welche häufig die physischen Verhältnisse verändern, eindringen. So bezeichnen z. B. die geologischen Karten mit derselben Farbe mehrere Hochebenen Umgebungen von Paris, auf welchen sich eine Bruchsteinschichte ausbreitet. Wenn man indessen die Hochebene von Montmorency, welche mit Saaten bedeckt ist mit der von Sannois, die einen kurzen und unfruchtbaren Rasen hat, oder mit der von Meudon, die trockenes Gehölze, besonders Kastanienbäume zeigt, unter welchen Aira fluxuosa, das Melampyrum sylvaticum, die Pteris aquilina wuchern, vergleicht, so wird man von der völligen Verschiedenheit dieser Vegetation überrascht; eine Verschiedenheit, welche daraus entsteht, daß bald der Bruchstein mit Thon vermengt ist, und daß bald seine sehr dünne Schichte unmittelbar auf dem Sande oft sogar ganz bloß da liegt. Es unterliegt oft demungeachtet keinen Zweifel, daß die vortrefflichen geologischen Karten, wie sie mehrere europäische Länder und namentlich unser Frankreich gegenwärtig besitzen, eine sehr nützliche Anwendung beim Pflanzensammeln erlauben können, und dazu beitragen, einmal Beziehungen nachzuweisen, welche man jetzt noch zu unbeutlich wahrnimmt.

§. 901. Die Menge des in dem Boden zurückgehaltenen Wassers spielt in der Vegetation die wichtigste Rolle; ist das eine nicht da, so hört die andere gleichfalls auf. So enthält das Innere von Afrika große in jeder Jahreszeit nackte Wüsten, denn fließende Wasser fehlen dort, und unter dieser Breite werden die Dünste der Atmosphäre, welche unter der Berührung dieses brennenden Sandes sich plötzlich verdünnen, nicht zu Regen verdichtet. Aber an den seltenen Punkten, wo einige Quellen den Boden feuchten, überzieht er sich mit Gewächsen und bildet eine Oase, eine Art Insel mitten im Sandmeere. In Klimaten, welche weiter von dem Aequator entfernt, oder durch die Nachbarschaft großer Gebirgsmassen, etwas gemäßigt sind, kann sich der Regen bilden, und liefert den großen Ebenen Wasser, welche auf keine andere Weise benetzt werden. Daher überziehen sie sich, nachdem sie während der Trockenheit das Aussehen der Wüste gehabt haben, mit einer rasch entwickelten Vegetation, die im Allgemeinen aus krautartigen und socialen Pflanzen besteht.

Wir haben (§. 862) die Pampas die Llanos in der Mitte des südlichen Amerika's angeführt. Die Savannen oder Wiesen des nördlichen Amerika die Steppen von Sibirien und der Tatarei lassen sich mit ihnen vergleichen, mit dem Unterschiede jedoch, den ihre Lage in der gemäßigten Zone, welche sie den Abwechslungen unserer Jahreszeit unterwirft, bewirkt, und dem Unterschiede, welcher aus der ursprünglichen Vegetation dieser Punkte entspringt, welche unter sich so weit entfernt sind. Unter den Wüsten Mittelasiens gibt es ungeheure mit Salz geschwängerte Flächen, und diese erzeugen besondere Pflanzen, die denen der Meeresküsten analog sind, welche sie ohne Zweifel zu einer früheren Epoche bedeckt haben.

Die Landes und die Heiden bei uns vertreten diese trockenen und unfruchtbaren Räume in einem glücklicherweise viel geringeren Maßstabe. An gewissen niedrigen Küsten treibt der Wind, der gewöhnlich vom Meer herweht, den Sand an das Land, der sich in kleine Hügel anhäuft, dessen Ketten nach und nach parallel vorwärts schreiten, und jedes Jahr Pflanzenboden wegnehmen, den sie versanden.

So bilden sich die Dünen; aber ihre Unfruchtbarkeit ist nicht unheilbar, wegen der Frische in dem Innern dieses Bodens, welche von dem Seewind unterhalten wird. Bäume, wie die Pinus maritima, kommen daselbst fort, und leisten einen doppelten Dienst, indem sie eine Schranke dem weiteren Umsichgreifen der Dünen entgegensetzen, und ihren Boden nutzbringend machen. Man bezieht sich auch, um sie aufzuhalten (wie z. B. in Holland), flachwurzelnde Gräser, welche wie die Arundo arenaria, stark und schnell treiben, und sowie sie einmal aufgefaßt haben, Flugsand zu sein, so können sie mehrere Pflanzen hervorbringen, sogar diejenige, die der Mensch anbaut.

§. 902. Wir wissen, daß sich mit den mineralischen Elementen des Bodens, mit dem Wasser, das ihn durchdringt, sogar die Ueberreste organischer Wesen vereinigen, um den wirklichen Pflanzenboden zu bilden, denjenigen, dessen Reichthum am meisten auf die Vegetation einwirkt. Das Vorkommen von Pflanzen an einem gewissen Punkte hatte also dafür, und um so mehr, als sie ihm eine größere Masse von Ueberresten abtreten müssen, eine Reihenfolge anderer Individuen und ihrer Vermehrung, welche überdies noch die Gegenwart der Thiere begünstigen wird, welche durch das Bedürfniß, daselbst Schutz zu finden, oder sich mit denselben zu nähren, herbeigelockt werden. Bevor sich aber diese mehr oder minder dicke Schichte von Dammerde bildete, mußten auf dem ursprünglichen Boden, denjenigen, welcher den Grund bildet, einige Pflanzen Wurzel fassen, sich entwickeln und eine erste Mischung von Dünger absetzen, und auf diese Weise den Boden vorbereiten können, um andere aufzunehmen, welche nun ihrerseits diesen ersten Niederschlag bereichern, der nach und nach durch folgende Generationen derselben oder verschiedener Pflanzen vermehrt wurde, deren Mannigfaltigkeit in demselben Verhältnisse wächst. An welchem Punkte auch diese Progression stillsteht, so hängt doch immer von der Qualität des ursprünglichen Bodens die Aufnahme der ersten Pflanzencolonien, und folglich die allgemeine Beschaffenheit der Vegetation ab.

§. 903. Die Beschaffenheit des Bodens bestimmt eine große Zahl der Standorte der Pflanzen. Sie haben, um uns kurz zu fassen, ihren Aufenthalt in dem Wasser des Meeres, an seiner mit Seesalz geschwängerten Küste, oder in einem Boden, der weit davon entfernt, aber durch eine andere Ursache salzig ist, in süßen Wassern, das in kleinen oder größeren

Räumen steht, das in Bächen oder Flüssen sich bewegt, an ihren Ufern, in Sümpfen, in Torfmooren, auf den Felsen, im Sande, dessen chemische Zusammensetzung verschieden sein kann, aber am gewöhnlichsten kieselhaltig ist; auf unfruchtbaren Plätzen, aus einer anderen Ursache (weil z. B. der zu dichte Boden durch die Wärme sich in eine Masse verhärtet, welche die Wurzeln nicht durchdringen können); auf einem Boden, wo der Thon oder der Kalk, oder der Gyps, oder ein anderes Element, das entweder an der Stelle selbst oder durch Anschwemmung, oder durch Ausspülung der Ufer, oder durch vulkanische Auswürfe, oder durch irgend einen anderen Ursprung gebildet ist. In anderen Fällen ist die Angabe des Standortes von der Verbindung der Pflanze mit andern, die bereits unter sich auf eine gewisse Art vereinigt sind, entnommen. Demnach unterscheidet man diejenigen, welche in den Wäldern, auf den Wiesen, an Hecken, auf angebauten und oft umgearbeiteten Böden (Plantarvenses) u. s. w. wachsen. Wir finden hier den Einfluß des Menschen auf die Vertheilung der Pflanzen, weil dieser die letzteren Combinationen auf eine künstliche Weise hervorgebracht hat. Es gibt aber noch einen anderen, als den, den er willkürlich und wissentlich ausübt. Gewisse wilde Pflanzen, gewisse Unkräuter, welche er mehr auszurotten als fortzupflanzen geneigt ist, begleiten ihn überall und vervielfältigen sich um seine Wohnung, wie die Nesseln, verschiedene Arten von Schöllkraut und von Rumex, von Malven, das Ackergauchheil u. s. w. Ihre Gegenwart mitten auf einem oden Felde, auf Einöden, die auf eine große Höhe an den Bergen hinaufsteigen, zeigt an, daß er da vorbeigekommen ist, und daß wenigstens die Hütte eines Hirten einige Zeit lang daselbst stand. Es gibt Pflanzen, welche wir die Giftel der Mauern krönen sehen, andere (wie das Mauerkraut) setzen sich in ihre Spalten und auf den geringsten Vorsprüngen ihrer Wände fest, andere bekränzen ihren Fuß, und wachsen auf den Schutthäufen (Plantæ ruderales).

§. 904. Der civilisirte Mensch, dem die freiwilligen Erzeugnisse, die ihm die Erde reicht, nicht genügen, und welcher um sich herum Thiere und Pflanzen, welche ihm dienen oder gefallen können, zu vermehren, diejenigen, die ihm mißfallen oder schaden, zu zerstören sucht, strebt nothwendig dahin, mehr und mehr die Vertheilung dieser Wesen und die Gestalt ihrer ursprünglichen Natur zu modifiziren. Wir sehen sie auf diese Weise verändert nur in dem größeren Theile von Europa, wo ein Ort ganz unzugänglich oder ganz unfruchtbar sein muß, um sich selbst überlassen zu bleiben. Die Wälder, im Zustande der Natur streben darnach, sich des Bodens zu bemächtigen, wie man dies noch im Süden von Chile sehen kann, wo die Wäldchen sich, wenn sie einmal am Rande oder mitten auf den Wiesen Wurzel gefaßt haben, jedes Jahr auf demselben mehr Platz gewinnen, indem sie auf der ganzen Linie ihres Saumes, wie in einer geschlossenen Colonne, vorwärts schreiten, endlich ihre Vereinigung bewirken, und indem sie mehr und mehr den Kreis der Gräser verengen, diese endlich vollständig verdrängen. Der umgekehrte Fall tritt in den cultivirten Ländern ein. Die Wälder, die ursprünglich den größeren Theil derselben bedeckten, lichten sich und verschwinden stufenweise unter der Art des Menschen, und diejenigen, die man stehen läßt, und welche größtentheils regelmäßigen Holzschlägen unterworfen sind, haben weder dasselbe Aussehen noch denselben Einfluß auf die umgebende Natur. Die Bedingungen des Klimas sind demnach modifizirt worden, die des Bodens werden es unaufhörlich durch die Cultur, welche überdies die nicht sehr zahlreichen Arten, die ihn bedecken sollen, regelt. Viele von denen, die die freiwillige Flora bilden, sind demnach wenigstens Stellenweise zerstört; einige andere dagegen eingeführt worden, und es sind im Allgemeinen Sommergewächse, deren Samenkorner mit dem der Cerealien, die aus mehr oder minder fernen Ländern kamen, vermischt wurde. Mögen nun diese Modifikationen auch sein, welche sie wollen, so können sie doch nicht so tief gehen, daß die Natur nicht immer ihre Rechte behaupte; sie leitet den Menschen, während sie ihm folgt; die wilden Pflanzen, die sie in Menge hervorbringt, die angebauten Pflanzen, die sie wachsen läßt, sind ein doppeltes Anzeigen, wodurch sie sich zu erkennen gibt. Die letzteren liefern sogar ausgezeichnete Merkmale für das Studium der botanischen Geographie, nur muß man bei ihrer Anwendung sich erinnern, daß die menschliche Industrie immer Mittel findet, jede vortheilhafte Cultur mehr oder minder über die Gränzen hinaus zu betreiben, wo das Wachsthum der nämlichen Pflanzen, wenn sie sich selbst überlassen blieben, stille stehen würde; aber diese so erweiterten Gränzen behalten ihre Beziehungen zu den verschiedenen Arten. Man muß sich auch erinnern, daß die Abwesenheit einer Cultur an einem gegebenen Orte nicht ihre Unmöglichkeit, sondern blos den Vorzug zur Folge haben kann, den man andern für diesen Ort vortheilhafteren gegeben hat. In der Geburtsregion wird eine Pflanze mit mehr und gewöhnlich glücklicherem Erfolge angebaut, als es anfänglich geschah. Die analogen Klimate sind ihr die günstigsten, und je weiter man sich nach und nach von dieser Zone entfernt, desto schwieriger wird ihre Cultur und desto geringer ihr Ertrag. Wenn man auf diese Betrachtungen Rücksicht nimmt, so klären sich die botanische und die landwirthschaftliche Geographie gegenseitig auf. Die erste wird von der zweiten bestimmte Anhaltspunkte entlehnen und so wie man einmal gewisse wilde Pflanzen die oder die Cultur begleiten sieht und sie auch anderswo antrifft, so kann man auf die Wahrscheinlichkeit schließen, daß eben diese Cultur auch da gedeihen würde.

§. 905. Bei der raschen Untersuchung, die uns noch für die Vertheilung der cultivirten Pflanzen übrig bleibt, werden wir uns auf eine geringe Anzahl beschränken, auf diejenigen, welche am allgemeinsten zur Nahrung des Menschen dienen, und sich folglich am verbreitetsten auf der Erde finden. Wir entlehnen dem ausgezeichneten Werke des Herrn Schouw viele Einzelnheiten, die hier folgen.

Die Cultur der Cerealien (§. 747) wird im Norden von Skandinavien bis gegen 70° betrieben, beinahe bis zur Gränze, wo wir auch die Bäume haben aufhören sehen. Es ist der einzige Punkt, wo sie den Polarkreis überschreitet, auf allen übrigen Theilen der Erde bleibt sie diesseits desselben, bis 60° und westlich von Sibirien, bei 55° mehr im Osten, nahe an der Seite des Orients erreicht sie nicht Kamtschatka, d. h. den 51°. In Amerika gelangt sie bis zum 57° auf der westlichen Seite, wie die Erfahrungen der russischen Besitzungen beweisen, aber auf der östlichen geht sie nicht über 50 oder 52°. Die Linie, welche sie im Norden der beiden Continente beschreibt, hat demnach dieselben Beugungen, wie die Isothermen.

Die Gerste reift bis zu dieser Gränze hin, der sich auch der Hafer nähert, bei welchem aber die Ernte bei weitem nicht sicher ist, und manchmal in mehreren Jahren nur einmal einschlägt. Ihre Samenkörner bilden die Nahrung des Menschen im Norden von Schottland, von Norwegen, Schweden und Sibirien.

Mehr gegen Mittag verbindet sie sich mit dem Anbaue des Roggens, welcher jedoch eben so weit wie der Hafer in Skandinavien hinaufgeht. Diese Cultur herrscht in diesem Theile der gemäßigt kalten

Zone, welche den Süden von Schweden und Norwegen, Dänemark, beinahe alle Küstenländer des baltischen Meeres, den Norden von Deutschland und einen Theil von Sibirien bildet. Dort fängt man auch an, den Weizen anzutreffen, und man baut den Hafer nur als Futter für die Pferde, die Gerste zur Fabrikation des Biers.

Dann beginnt eine große Zone, wo der Weizen beinahe mit Ausschluß des Roggens gebaut wird, und die den Süden von Schottland, England, das mittlere Frankreich, einen Theil von Deutschland, Ungarn, die Krimm und der Kaukasus und Theile von Centralasien, diejenigen nämlich, wo Ackerbau stattfindet, umfaßt. Da der Weinstock in einem Theile dieser Zone wächst, so ersetzt der Wein das Bier, und demnach wird die Gerste weniger gesucht.

Der Weizen dehnt sich weit gegen Süden hinab aus, man verbindet aber dort mit seiner Cultur gewöhnlich die des Reis und des Mais. Dies ist der Fall auf der spanischen Halbinsel, einem Theil vom südlichen Frankreich, besonders an der mittelländischen Küste, Italien, Griechenland, Kleinasien und Syrien, im Norden von Indien, Arabien, Egypten, Nubien, Barbarei und den canarischen Inseln. In diesen letztern Ländern werden gegen Süden der Reis und der Mais am allgemeinsten gebaut und in einigen auch der Sorgho und die Poa abyssinica. Der Roggen ist in dieser doppelten Zone des Weizen auf Berge mit ziemlich beträchtlichen Höhen verwiesen: der Hafer ebenfalls, aber sein Anbau verschwindet endlich, weil man der Gerste als Futter für Pferde und Maulthiere den Vorzug gibt. An der östlichen Gränze des alten Continents, in China und Japan, sind durch eine Ursache, welche mit den Gewohnheiten des Landes innig verknüpft zu sein scheint, unsere Getreidearten beinahe gänzlich wegen der ausschließlichen Cultur des Reises aufgegeben. Diese letztere ist auch in den südlichen Provinzen der vereinigten Staaten vorherrschend, aber die des Mais ist in diesem Theile von Amerika weit allgemeiner als in unserm Continent. In der heißen Zone ist auch der Mais in Amerika der Reis in Asien vorherrschend, eine Vertheilung, welche ohne Zweifel von dem ersten Ursprunge dieser beiden Grasarten abhängt. Sie werden alle beide in Afrika gebaut.

In der südlichen Hemisphäre, deren gemäßigte Regionen ohne Zweifel den größeren Theil dieser Culturen zulassen würden, müssen sie wegen der wenig vervollkommneten Civilisation und der dünn gesäeteren Bevölkerung seltener sein, und zum Theile von den Gebräuchen abhängen, welche durch die Colonien dahingebracht wurden. Die des Weizens ist im Süden von Brasilien, in Buenos-Ayres, in Chile, am Cap der guten Hoffnung, im Süden von Neuwallis, in Neuholland vorherrschend, wo die Gerste und der Roggen sich mehr gegen Süden, so wie auf Van-Diemensland zeigen.

Indem wir jetzt die Vertheilung der Cerealien in Zonen erforschen, die durch ihre Höhen verschieden sind, so finden wir sie mit der analog, die wir soeben in den Zonen gesehen haben, die der Breite nach verschieden sind. Um ein Beispiel zu haben, das für alle gilt, nehmen wir die Anden in Amerika unter dem Aequator; der Mais herrscht dort von 1000 bis 2000 Meter, aber er kommt noch beinahe 400 Meter höher vor. Zwischen 2000 und 3000 Meter sind es die europäischen Cerealien welche ihrerseits herrschen; der Roggen, die Gerste höher, der Weizen tiefer.

Es ist klar, daß man sich an die äußerste Gränze der Höhe oder der Breite halten müsse. Die andere Gränze beweist nur, daß die Cultur einer Getreideart von geringerer Qualität augenblicklich aufgegeben wird, sobald man die Bedingungen antrifft, welche der Cultur einer Getreideart von höherer Qualität günstig sind; demungeachtet möchte es nach einigen Versuchen der Herren Edwards und Collin scheinen, daß außer dieser Gränze, welche unseren verschiedenen Arten von dem Minimum der Wärme, welche sie zum Fruchttragen nothwendig haben, angewiesen ist, es eine umgekehrte gibt, die durch das Maximum der Wärme bestimmt ist und welches, wenn sie überschritten wird, ihre Entwicklung hindert. Dies wäre diesen Schriftstellern zufolge eine mittlere Temperatur von 18° für gewisse Arten, etwas mehr aus sogar 22° für gewisse andere, und die Beobachtung der Höhen, bei welchen diese Cultur unter den Wendekreisen stille steht, würde diesen Schluß rechtfertigen. Würden einige Ausnahmen davon abhängen, daß in Klimaten, wo die Cultur dieser Cerealien bei einer Temperatur angetroffen wird, welche dieses Maximum übersteigt, sie in einer Jahreszeit stattfinden würde, deren mittlere Temperatur niederer ist? Wie dem nun auch sei, so wird man, wenn man nur die nördlichen Gränzen untersucht und sie auf der ganzen Reihe der Oerter, wo sie gehörig begründet ist, verfolgt, einsehen können, daß man allgemein behaupten kann, daß sie unter sich in Beziehung auf die verschiedenen Cerealien parallel sind, und beinahe den Beugungen der Isotheren, d. h. derjenigen Linien folgen, welche durch die Punkte gezogen sind, wo die mittlere Temperatur des Sommers dieselbe ist. Die Dauer und Wärme des Sommers mit einander verbunden ist es, was die Reife der Früchte aller dieser Sommergewächse regelt.

§. 906. Der Erdapfel (§. 836) hat sich in einer ganz neuen Zeit beinahe über alle cultivirten Länder verbreitet, er wird den mehligen Nahrungsmitteln, welche die Körner der Cerealien liefern, beigezählt und ersetzt sie beinahe in gewissen Gegenden. Seine Cultur folgt der der Cerealien bis an ihre äußersten Gränzen, und überschreitet sie selbst etwas, wenn man die frühzeitigen Varietäten wählt, die ein sehr kurzer Sommer zur Reife bringen kann. Auf diese Weise baut man sie jetzt in Island und auf beträchtlichen Höhen der Gebirge Europa's, da wo die Cerealien nicht mehr fortkommen können. In den heißen Ländern hingegen artet der Erdapfel leicht aus und wird folglich aufgegeben, außer auf Höhen, die hinreichend sind, um das Klima auf die passenden Temperaturbedingungen zurückzuführen. Seine Cultur ist nach Humboldt in den Aequatorialländern zwischen 3000 und 4000 Meter allgemein.

§. 907. In Hochperu wurde gewöhnlich die Quinoa, eine Art der Gattung Chenopodium, aus der Familie der Atriplicen, vor der Ankunft der Europäer, wegen ihrer mehligen Körner angebaut, und wird es noch, obgleich in einem geringeren Grade.

§. 908. Mehrere Arten der Gattung Polygonum, Typus der verwandten Familie der Polygoneen (§. 779), deren Samenkorn eine analoge Zusammensetzung zeigt, dienen aus diesem Grunde meistens den Völkerstämmen, welche die nördlichen Gebirge und Hochebenen von Asien bewohnten, woher diese Arten ursprünglich kommen, zur Nahrung; eine von ihnen, der Buchweizen (P. fagopyrum), ist im Norden von Europa sehr verbreitet, besonders in der Bretagne, wo er die hauptsächliche Nahrung des Bauern ausmacht.

§. 909. Die Bevölkerung einiger Bergdistrikte auf den Appenninen in Italien, in Frankreich, auf den Sevennen und dem Limousinischen, ernähren sich während eines Theiles des Jahres von Kastanien. Der Kastanienbaum (§. 764) wächst in allen Gebirgsregionen des südlichen Europa's, in Kleinasien und dem Kaukasus wild, und er wird ziemlich fern von seinen natürlichen Gränzen angebaut. Aber er muß, damit seine Frucht reif werde, ziemlich lange einen gewissen Grad von Wärme haben. Jenseits London und Belgien, gegen den 51. Grad, kommt er nicht mehr

zur Reife, und er wird nicht mehr als Fruchtbaum gepflanzt, sondern allein wegen seines Holzes, oder zur Zierde; da er als Baum jedem Einflusse des Winters unterworfen ist, so ist es wahrscheinlich, daß seine Gränze im Norden durch eine Isochimene bezeichnet ist. Aber er fürchtet auch die Wärme, schon in Italien wächst er nur am Abhang der Gebirge, und fehlt auf dem Atlas.

§. 910. Zwischen den Tropen, auf allen wenig über das Niveau des Meeres erhabenen Theilen gibt es andere Pflanzenprodukte, welche den Menschen ernähren, weil im Allgemeinen die Quantität der ernährenden Substanz, welche von ihnen geliefert wird, viel beträchtlicher auf einem gegebenen Raume ist, und weil überdies die erhaltenen Früchte, die meistens beinahe ohne Cultur vorkommen, die Abneigung vor strengen Arbeiten unter einem brennenden Klima begünstigen. Wir haben angeführt 1) den Bananenbaum (§. 756), der wegen seiner Früchte bis in Syrien gegen den 34. Grad cultivirt wird, und der in den Anden nur mit Mühe auf einer Höhe von 2000 Meter, wo die mittlere Wärme auf 18 bis 19° herabfällt, Früchte anlegt; 2) die Dattelpalme (§. 749), ein Palmbaum im nördlichen Afrika, wo sich gewisse Völkerschaften von seiner Frucht nähren, welcher jenseits einer gewissen Linie, die von Spanien bis nach Syrien vom 29. bis 30. Grade geht, nicht mehr reifen kann, obgleich der Baum noch einige Grade nördlicher vegetirt; 3) die Kokospalme (§. 749), welche ursprünglich aus dem mittägigen Asien, und jetzt wie der Bananenbaum, auf der ganzen heißen Zone verbreitet ist, die aber allein an den Ufern des Meeres gerne wächst, von welchen entfernt, man sie nicht erhalten kann. Sie verlangt eine mittlere Temperatur von mehr als 22 Graden, und hört folglich beinahe da auf, wo die Corallen anfangen, sie liefert gewissen Völkern, z. B. denen der indischen Halbinsel und der Insel Ceylon einen wichtigen Nahrungs- und Handelsgegenstand; 4) der Brodbaum (§. 765), ein Nahrungsmittel für die meisten Bewohner der Südseeinseln, woher er ursprünglich kommt; er ist aber jetzt auf den Antillen, Brasilien, Guyana und der Insel de France verpflanzt; er scheut aber außerordentlich die Kälte, und kann demnach den 22. oder 23. Grad der Breite nicht überschreiten.

§. 911. Wir haben noch einige Nahrungspflanzen anzuführen, die wegen ihrer mehligen Wurzeln angebaut werden: der Jgnam (§. 755), der ursprünglich aus dem indischen Archipel herkommt, und dessen Cultur nicht den 10. Grad auf jeder Seite des Aequators in der alten Welt überschreitet; die Patate (§. 838), welche aus Indien kommt, aber sogar in unsern gemäßigten Klimaten gedeiht, obgleich sie jenseits der heißen Zone, d. h. im 41. bis 45. Grad, im Großen nicht mehr angebaut wird. Der Maniok (§. 770), welcher von Brasilien bis an die Westküste Afrika's verbreitet ist, wird in Amerika bis zum 30. Grad auf den beiden Seiten des Aequators angebaut, und kann auf den Bergen mit einer Höhe, die 1000 Meter übersteigt, nicht mehr angebaut werden.

§. 912. Wir haben bei der Abhandlung der verschiedenen Familien gesehen, wie sehr die gegohrenen und geistigen Getränke von den Menschen gesucht werden; der sich dieselbe fast in allen Ländern vermittelst der Pflanzen verschafft, die er dort zu seiner Verfügung hat. Wir werden hier eine einzige, die wichtigste von allen, den Weinstock (§. 794), in Beziehung auf die Gränzen seiner Cultur im Großen zu Verfertigung des Weines untersuchen. Diese Gränze scheint sich früher weiter nach Norden erstreckt zu haben, als jetzt, weil man in der Bretagne und Normandie Wein machte, wo man jetzt keinen mehr macht, ohne Zweifel nicht sowohl darum, weil sich das Klima verschlimmert hat, wie Einige behaupten, als viel mehr darum, weil die Civilisation, welche den Austausch und den Transport erleichtert, veranlaßt hat, andere Culturen einzuführen, welche vortheilhafter, als diese sind, und ein mittelmäßiges und ungewisses Erzeugniß aufzugeben, welches man leicht, sicherer und in besserer Qualität anders woher beziehen konnte. Wie dem nun auch sei, die Linie, wo die Cultur des Weinstocks im Großen wirklich aufhört, fängt jetzt auf der westlichen Küste von Frankreich bei Nantes (47° 20') an, von wo sie sich bis gegen Paris (49°) erhebt, etwas höher noch in der Champagne, und an der Mosel und dem Rheine bis zum 51. Grad, sodann geht sie nach einigen Wellenbewegungen beinahe unter demselben Grade nach Schlesien, geht sodann gegen Süden bis zum 48—49° in Ungarn herab, von da sie sich unter derselben Breite bis zur Krimm und dem Norden des kaspischen Meeres erhält, wo sie verschwindet. Die südliche Gränze des Weinstocks ist auf den kanarischen Inseln gegen 47° 48', dann folgt sie dem Littoral der Barbarei, wird dort unterbrochen, um auf einem kleinen Theile von Aegypten wieder zu erscheinen, und weit reichlicher noch in Persien bei 29°, und sogar bei 27°. Er reift nicht in Japan und wird in China nicht gebaut, wo es ohne Zweifel geschehen könnte, dessen ungeheures Reich aber sich ganz dem Theetrinken gewidmet hat.

In der anderen Hemisphäre und in Amerika ist diese Cultur mit Erfolg versucht worden, aber nur auf einigen zerstreuten Punkten, je nach den Gewohnheiten und Begriffen der Colonisten, aber nicht in einem ziemlich allgemeinen Maßstabe, so daß seine wirkliche Umschreibung für nothwendig, und von der Natur bestimmt angesehen werden könnte. Im nördlichen Amerika, wo die ersten Seefahrer mehrere verschiedene Arten des Weinstocks wild wachsend fanden, überschreitet die nördliche Gränze seiner Cultur nicht den 37. Grad, an den Ufern des Ohio, den 38., in Neucalifornien; seine südliche Gränze ist 26° in Neubiskaya, 32° in Neumexiko. In der südlichen Halbkugel, wo sie gewiß nirgends zu den 40. Grad erreicht, findet man sie in Chile und in der Provinz Buenos-Ayres; bei 34° in Neuholland und am Cap der guten Hoffnung, das durch seinen Wein so berühmt ist.

Was die Gebirge Europa's andetrifft, so steigt sie höchstens auf 300 Meter in Ungarn, in der nördlichen Schweiz auf 550, auf der südlichen Seite der Alpen überschreitet sie nicht 650, und kann sich auf der südlichen Seite der Appenninen und in Sicilien bis auf 960 belaufen, obgleich sie auf Teneriffa nur bis auf 800 Meter steigt. Aus dem Vorhergehenden kann man schließen, daß der Weinstock ein gemäßigtes Klima verlangt, daß er aber weniger nach der mittleren Temperatur als nach der Temperatur des Sommers sich richtet, der eine gewisse Kraft haben muß, um seine Früchte zu reifen, und eine gewisse Dauer, damit dieses Reifen, welches im Herbste vollendet werden muß, noch eine ziemlich hohe Temperatur antreffe. Trifft er unter den Wendekreisen diese günstigen Bedingungen nirgends an? Die neuern Beobachtungen scheinen die Frage dejahend zu beantworten, weil man außer gewissen bereits früher angegebenen Punkten, wie eine der Inseln vom grünen Vorgebirge, der von St. Thomas, nahe bei Guinea und Abyssinien, der Westküste des südlichen Amerika's gegen den 18., 14., und sogar bis zum 6. Grad Wein macht, von welchem die Reisenden ruhmvoll sprechen. Man könnte annehmen, daß die Höhen, wo diese Cultur stattfindet, die zu niederen Breiten ersetzen; das kann aber nicht überall wahr sein, weil man sie an gewissen Stellen bis zur Küste herabsinken sieht. Nur muß das Klima ausnehmend trocken

sein, und die Feuchtigkeit scheint sie anderswo unmöglich zu machen.

Man baut die Rebe auf verschiedene Weise an; bald überläßt man die Stöcke sich selbst, bald läßt man sie entweder an Weinpfählen hinaufranken, oder über ziemlich niedere Lauben hingehen auf nicht sehr hohen, forbförmig geschnittenen Bäumen, wie im nördlichen Italien, oder auf hohen und unbeschnittenen Bäumen, wie im Königreich Neapel, in welchem sich die Reben an Pappelbäumen zeigen und von dem einen zum andern bogenformig geben, die sich in verschiedenen Höhen über einander befinden. Diese letztere Methode hat den doppelten Vortheil, die Oberfläche zu vervielfachen und die Trauben, welche durch das Laub gegen die zu heftige Wärme geschützt sind, langsam zur Reife zu bringen, welche zu schnell oder ungleich zeitigen würde. Demungeachtet trifft man ganz in der Nähe und sogar noch südlicher, z. B. in Sicilien, die Cultur auf Pfählen an, und dagegen läßt man sie in der Dauphiné klettern. Zwar gewinnt vielleicht die Qualität des Saftes dabei nicht, wenigstens sehen wir, daß bei denen in unserer Umgegend, welche auf diese Weise bisweilen sich selbst überlassen bleiben und sich auf die Bäume hinaufschlingen, die Traube selten reift. Sie scheint übrigens in jedem Boden wachsen zu können, aber alle Eigenschaften, durch welche sie zur Fabrikation des Weins tauglich wird, vorzugsweise nur in demjenigen erhalten zu können, welcher trocken und steinig ist. Man weiß übrigens, daß nahe gelegene Weinberge, welche sich dem Anscheine nach in identischen Verhältnissen des Klimas und des Bodens befinden, Weine von ganz verschiedener Qualität liefern und endlich machen der Einfluß, den die mehr oder minder vollkommenen Verfahrungsarten in der Fabrikation und der Verfälschung auf die Resultate haben, es äußerst schwer anzugeben, was eigentlich auf Rechnung der Natur gesetzt werden müsse. Im Allgemeinen ist die Menge der Säuren in den Trauben vorherrschend, die sich der nördlichen Gränze nähern; die Menge der zuckerhaltigen Stoffe und demnach des Alkohols, in denjenigen des Südens.

Damit die Geschichte dieser geographischen Vertheilung dem Geiste vollkommen genügen könne, so müßte man auf die Verschiedenheiten der Arten und der Varietaten Rücksicht nehmen können, welche in jeder verschiedenen Breite forkommen und vorherrschend sind; aber die Bestimmung der Varietäten des Weinstocks ist eine der complicirtesten Aufgaben der landwirthschaftlichen Botanik geworden, so sehr haben sie sich vervielfältigt und gekreuzt.

§. 913. Die Gränzen dieses Werkes, die wir bereits überschritten haben, erlauben uns nicht, die Vertheilung mehrerer anderer Culturpflanzen, die der Oekonomie und Industrie Nutzen bringen, aus einander zu setzen und nöthigen uns, auf die kurze Auskunft zu verweisen, welche wir bei ihren Familien über jede gegeben haben, z. B. über den Delbaum (§. 826), das Zuckerrohr (§. 747), den Kaffeebaum (§. 841), die Cacao (§. 797) den Thee (§. 738) und viele andere Pflanzen, welche zur Fabrikation der Fäden und Seile, der Gewebe oder zur Färberei dienen.

Wir müssen uns endlich begnügen, die Aufmerksamkeit des Lesers auf die innige Verbindung der verschiedenen Zweige der Wissenschaft unter sich und der theoretischen Kenntniß mit der Praxis zu lenken. Die Klassifikirung, welche durch das Studium der Organisation beleuchtet worden ist, erhellt ihrerseits die der Eigenschaften; sie bringt Ordnung in das Chaos der unzähligen Pflanzenarten, macht es möglich diejenigen zu bestimmen, welche jedem Punkt der Erde eigenthümlich sind, schließt aus der natürlichen Vereinigung der Pflanzen, aus welcher die Flora jeder Gegend und jedes Bodens hervorgeht, auf die, mit welchen die Kunst Versuche anstellen kann, und wird auf diese Weise eines der nützlichsten Hülfsmittel der Agricultur.

§. 914. **Fossile Pflanzen.** — Wir haben einen allgemeinen Begriff von der Vertheilung der Pflanzen auf der Oberfläche der Erde, so wie man sie heutzutage findet, zu geben versucht. Aber ist sie zu allen Zeiten so gewesen? Dies bliebe uns noch zu bestimmen übrig, und wir haben, um den Schleier, zu lüften, welcher die Veränderungen, die sie in früheren Zeiten erlitten haben mochte, bedeckt, nur das Studium der Fossilien, d. h. der in der Tiefe der Erdschichten begrabene Ueberbleibsel, wovon jedes seinerseits diese Oberfläche bilden mußte. Es ist nun klar, daß die Resultate, die wir hier erwarten dürfen, viel weiter von dem Charakter der Zuverlässigkeit und Allgemeinheit entfernt sind, als den uns das Studium einer gleichzeitigen Vegetation zeigen konnte; denn auf der einen Seite konnten früher viele Pflanzen existiren, ohne Spuren davon zurücklassen; andererseits haben die Ausgrabungen, welche die fossilen Reste zu Tage bringen, nur auf einer sehr geringen Anzahl von Punkten, und beinahe ausschließlich in Europa Statt, und bei vielen unter denselben, die aus einem rein industriellen Zwecke verfolgt werden, geschieht dies nicht mit der nöthigen Sorgfalt und Vorsicht, um diese Ueberreste der organischen Welt aufzufinden und sie unversehrt zu erhalten. Sie kommen überdies nur als Fragmente vor, nach welchen es sehr schwer ist, mit Gewißheit die Art, die Gattung oder auch nur die Familie der Pflanze zu bestimmen. Die Kennzeichen der Blüten und der Früchte, woran man die der lebenden Pflanzen erkennt, fehlen beinahe beständig bei den Fossilien, und man ist gezwungen, durch ein weit lieferes Studium der Charakere der Vegetation, sie an ihre ergänzen. Dessenungeachtet haben die neuen Forschungen, und vorzüglich die von Adolph Brongniart, viele dieser Schwierigkeiten überwunden, und eine ziemlich große Anzahl von Fossilien mit einem Grade von Genauigkeit erkennen lassen, daß sie in Familien, Gattungen und Arten eingetheilt werden konnten. Wir können hier ihr vollständiges Verzeichniß, so beschränkt es im Ganzen ist, nicht geben, und müssen uns mit allgemeinen Beziehungen begnügen, sowie diejenigen sind, welche wir im Kapitel der botanischen Arithmetik vorgetragen haben (§. 893). Ihre Kenntniß gehört unter einen andern Gesichtspunkt, in die Abhandlung der Geologie, welche ihrer in dem Artikel über die verschiedenen Formationen erwähnt, und die ausgezeichnetsten von denselben summarisch beschrieben und abgebildet hat. Auf diese Beschreibungen und Figuren verweisen wir in den folgenden Paragraphen.

§. 915. In den Uebergangsgebirgen findet man die ersten noch seltenen Spuren dieser verloren gegangenen Vegetation; dann sieht man sie sich in der Steinkohlenformation vermehren, in deren letzten Schichte sie ihr Maximum erreicht (Gesl. §. 111). Während dieser langen Periode scheint die Vegetation in Beziehung auf die Arten bedeutende Veränderungen erlitten zu haben, während sie in ihrem Ganzen dieselben wesentlichen Charaktere beibehielt. Diese Charaktere sind das numerische Vorherrschen, und die große Entwicklung der kryptogamischen Gefäßpflanzen, mit welchen man nur eine außerordentlich kleine Zahl Fucus antrifft, welche in die entfernteste Zeit hinaufgehen, später unter den Phanerogamen, einige Monokotyledonen, aber keine andere Dikotyledonen, als Arten, die der Klasse der Gymnospermen angehören (§. 761), d. h. der Cycadeen oder Coniferen, oder wenigstens der Familien, die ihnen analog sein müssen. Den erstern nähern sich die Ligillaria (Geol. Fig. 191) und die Stigmaria (Geol. Fig. 192); den

zweiten, die Walchia (Geol. Fig. 193) die in einiger Beziehung zu unsern Araucaria stehen. Mehrere ausgegrabene Reste unter dem Namen Calamites, scheinen einen Theil dieser Pflanzenklasse auszumachen, während andere wahre Equisetaceen sind, von denen einige früher ziemlich hohe Bäume waren (Geol. Fig. 187, 188), anstatt daß sie heutzutage Kräuter mit niedrigen und schwachen Stengeln sind. Man kann das Nämliche von den Lycopodiaceen sagen, man hat ganze Stämme von der Gattung Lepidodendron (Geol. Fig. 189, 190) entdeckt, welche sogar 20 Meter Länge haben können. Besonders aber kommen die Farnkräuter in dieser Flora einer früheren Zeit sehr häufig vor, wovon sie allein beinahe die Hälfte ausmachen, und es ist zu bemerken, daß viele von ihnen ehedem ebenfalls Bäume waren, obgleich man sie größtentheils in der gemäßigten Zone, außerhalb dem Klima findet, wo in unseren Zeiten die baumartigen Farnkräuter wachsen. Alle Arten sind übrigens denen ähnlich, welche wir noch jetzt unter den Wendekreisen, und nicht unter dieser Zone, leben sehen, woraus man schließen darf, daß sie damals eine weit höhere Temperatur hatte. Diese große Menge der Gefäßkryptogamen, in Beziehung auf die übrigen Gewächse, scheint anzudeuten, daß zu diesen Bedingungen der Wärme noch die eines weit feuchteren und gleichförmigen Klima's hinzukamen, und daß demnach diese Wälder eher Länder bedecken mußten, welche von allen Seiten von Armen des Meeres durchschnitten waren und nicht sehr hoch über seinem Spiegel lagen, als große trockenliegende Continente (§. 883).

Man kann nicht zweifeln, daß die Steinkohle ihren Ursprung den Massen aus allen diesen Vegetabilien verdanke, welche hier angehäuft verändert und sodann modifizirt wurden, wie dies mit den Torfschichten unserer Moräste der Fall sein würde, wenn sie von mächtigen Bänken mineralischer Substanzen bedeckt, unter ihrem Gewichte zusammengedrückt und zugleich einer hohen Temperatur ausgesetzt wären; es ist demnach wahrscheinlich, daß ihre Bildungsart einige Analogie mit der unserer Torfmoore (§. 887) gehabt haben müsse.

§. 916. Diese mächtige, obgleich gleichförmige Vegetation verschwindet in den Schichten, die die Steinkohlenformation bedecken, und in denen der darauffolgenden secundären Formationen, wo man fossile Pflanzen antrifft, geschieht es in weit geringerer Zahl, was vielleicht die Betrachtung erklärt, daß der größere Theil dieser Formation vom Meere abgesetzt wurde, so daß die Landpflanzen, welche sie enthalten können, anders wohin mitten in dieser ungeheuren Flüssigkeitsmasse fortgeschafft und weit hin zerstreut worden wären, wenn sie nicht vollständig zerstört worden sind. Dem ungeachtet zeigen einige Punkte, wo diese Pflanzenüberreste angeschwemmt und angehäuft wurden, noch eine vergleichungsweise ziemlich reiche Flora. So zeichnet sich nach dem Flötzgebirge (Geol. §. 113), wo man nur einige Seepflanzen gefunden hat, die Keuperformation (Geol. §. 115) durch die Gegenwart von Landpflanzen aus den nämlichen Familien, deren wir vorher erwähnten, aus; die Formation des bunten Sandsteins durch eine beinahe gleiche Menge von Gefäßkryptogamen und Phanerogamen, unter welchen man mehrere Arten einer Coniferengattung, die Voltzia (Geol. Fig. 209) anführen muß, wo aber die Cycadeen fehlen, während sie sich in dem Muschelkalke wieder sehen lassen, und in den bunten Mergeln reichlich vorkommen, wo sie die Hälfte der Flora ausmachen (Geol. Fig. 209); eine sehr merkwürdige Menge für eine Familie, von welcher man jetzt nur noch 30 lebende Arten kennt. Diese Menge vermindert sich kaum in der reicheren Flora des Oolithensystems der Juraformation (Geol. §. 117), wo die Cycadeen sich aufs Neue mit den Coniferen vereinigen, wo die Farnkräuter überseits beinahe zur Hälfte vorkommen, wo sich auch ein Riesenequisetum vorfindet (Geol. Fig. 238). Die secundären Formationen endigen sich mit der der Kreide (Geol. §. 119), in deren ersten Niederschlägen man noch verschiedene Arten von Cycadeen (Geol. Fig. 267) Coniferen, Equisetaceen, Farnkräuter antrifft, welche aber übrigens nur Seepflanzen und in sehr geringer Menge enthält. Wir sehen demnach, daß in dieser ganzen Periode, welche auf die Steinkohlenformation folgt und der der tertiären Formation vorangeht, die nicht sehr zahlreichen Denkmäler der Landvegetation uns befähndig das Vorherrschende der Gefäßkryptogamen und Gymnospermen, diese, besonders die Cycadeen, in einer immer wachsenden Menge, die Abwesenheit jeder phanerogamischen dikotyledonischen Pflanze, eine ziemlich unbedeutende Menge von Monokotyledonen zeigen.

§. 917. Der allgemeine Charakter der Vegetation verändert sich völlig in der tertiären Periode, während welcher sich die Formationen niederschlagen, welche jetzt den Boden der vorzüglichsten Hauptstädte Europa's, Paris, London, Wien bilden. Von nun an scheinen diese äußeren Bedingungen nach dem Gleichgewichte zu streben, in welchem wir sie jetzt erblicken, denn die Verhältnisse der großen Klassen der Pflanzen nähern sich immer mehr denjenigen, welche wir im gegenwärtigen Zustande nachgewiesen haben. So machen in der Gesammtsumme zu dieser Periode bekannten Pflanzen die nacktsamigen Dikotyledonen nur $\frac{1}{10}$ aus, während die andern Dikotyledonen, welche bis hier noch nicht erschienen waren, mehr als $\frac{1}{10}$, die Monokotyledonen mehr als $\frac{1}{6}$ ausmachen; die Gefäßkryptogamen bilden daselbst höchstens noch $\frac{1}{20}$. Der Boden Europa's war damals, wie jetzt, mit Fichten, Tannen, Thupas, Birken, Hagebuchen, Pappeln, Nußbäumen, Ahorn und andern Bäumen bedeckt, welche mit denen beinahe identisch sind, welche noch in unsern Klimaten wachsen. Er mußte demnach der Boden der gemäßigten Zone sein, jedoch mit einer etwas höheren Temperatur, wie dies sogar in dem nördlichen Frankreich das Vorkommen einiger Palmen beweist, welche von denjenigen sehr verschieden sind, die noch an den Ufern des mittelländischen Meeres wachsen, so wie einer kleinen Anzahl anderer Pflanzen, welche wirklich in heißere Regionen verwiesen sind. Ein anderer Punkt, der Aufmerksamkeit verdient, ist der, daß diese fossilen Arten eine größere Aehnlichkeit mit den Bäumen des nördlichen Amerika's als mit denen Europa's zu zeigen scheinen.

§. 918. Dieser Blick, den wir auf die Vegetationsphasen, welche uns die Fossilien entphüllen, geworfen haben, läßt ein merkwürdiges Resultat wahrnehmen: nämlich jenes Fortschreiten vom Einfachen zum Zusammengesetzten, welches die natürliche Klassifizirung in der Reihe der Akotyledonen zu den Kotyledonen, der nacktsamigen Dikotyledonen zu den bedecktsamigen zu begründen suchte, und welches auf eine allgemeine Weise in ihrem aufeinanderfolgenden Erscheinen auf der Oberfläche der Erde verwirklicht wurde.

Sachregister.

(Die Zahlen beziehen sich auf die Paragraphen.)

Organe der Vegetation 1.
Elementarorgane 2 — Bläschen oder Zellen; Parenchym 3–6 — Faiern: Freischnitt 7 — Gefäße im Allgemeinen 8 — Trachen 9 — ringförmige und netzförmige Gefäße 10 — getüpfelte 11 — punktirte 12 — Metamorphosen der Spiralgefäße 13 — faserführende oder eigenthümliche 14 — Vereinigungsweise der Elementarorgane 15–16 — ihre Communikationsmittel 17 — Inhalt der Organe, die Safte, Füllsafte oder feste Körper; Kern, Stärkemehl; Chlorophyll; Krystalle 19–25.

Zusammengesetzte Organe 26 — Endung und seine erste Entwicklung 27–35 — Epidermis und Spaltöffnungen 37–47 — epidermoide Deckhaut 48.

Stamm 50 — der der dikotyledonischen Pflanzen 51–59 — holziges System; Mark 60 — Holz; seine Zunahme; Markröhre und concentrische Schichten; Cambium 61–71 — Markstrahlen 72 — Rinde 73–75 — korkartige Hülle 76 — Zellen 77 — Rindenfasern oder Bast 78 — verschiedene Rindenentwicklungen 79–81 — Lenticellen 82 — anormale Stämme; Lianen 83–90.

Stämme der monokotyledonischen Pflanzen; ihre Struktur und die Art der Zunahme 91–100.

Stämme der akotyledonischen Pflanzen 101–102 — Farnkräuter 103–108 — Schachtelhalme 109.

Wurzel 110–117 — die der Dikotyledonen 118 — der Monokotyledonen 119 — der Akotyledonen 120.

Blätter 121–122 — knollblätter; ihre Struktur 123–127 — unterirdische Blätter 127 bis — allgemeine Gestalt der Blätter; ihre Neven 128–132 — Saum; sein Umriß und seine verschiedenen Zusammensetzungsgrade 133–138 — Blumenblatt 137–140 — Blattfleischhaut 141 — Schein- Spalten 142–145 — Blattentwicklung 146–148 — Vergleichung der Blätter nach den drei großen Pflanzenklassen 149 — Monokotyledonen 150 — Dikotyledonen 151 — Akotyledonen 152.

Phyllotaxie oder Anordnung der Blätter am Stamme 153 — wechselständige Blätter; Spirale; Winkel der Divergenz; Cyklus 154–163 — gegenständige oder girtelständige Blätter 164–166 — Anmerkung über Charaktere zur Bestimmung der Blattorgane 167–169.

Knoten 170–173 — verschiedene Arten der Blütenentknoge oder Blattknotenlage 174.

Verästung 175–176 — einfache Stämme 177 — getheilte 178–179 — perennirende Pflanzen 180 — Rhizome 181 — Knollenmark 182 — knechtende Stengel 183 — Bulbillen 184 — gegenständige Aeste mit den Blättern 185 — aufgemeinschaftige 186–187 — Anmerkungsarten 188 — Anmerkungen 189 — wurzelförmige Aeste 190.

Wuchs der Pflanzen, von der verschieden modifizirten Verästung abhängig 191–197 — kurzer Inhalt 198.

Inflorescenz 199–204 — unbestimmte Inflorescenz; Traube, Rispe, Blütenstrauß 205 — Doldentraube 206 — Aehre, Kätzchen, Kolben 207 — Dolde 208 — Blütenkopf 209 — bestimmte dichotomische Inflorescenz; Afterdolden 211–214 — vermischte Inflorescenz 216–217.

Blütenstiel; ihre Ordnung und ihre Gesetze 218–222 — wahrgenommene Ausnahmen 223–225.

Bracteen 226–229 — Hülle, kuppelförmig, kelchförmig, ihre 230–234.

Verwandelte Organe 235 — Fasciation 236 — Ranken 237 — Dornen 238 — Stacheln 240.

Haar 241–244 — Drüsen 245 — drüsenartige Haare 246–248 — eigentliche Drüsen 249–254.

Funktionen der Vegetationsorgane 255–256.

Absorption der Wurzeln; Endosmose und Exosmose 257–261.

Circulation; aufsteigender Saft; Kräfte, die das Aufsteigen bedingen 262–268 — seine Phasen 259–265 — herabsteigender Saft; Exsudate 266–272.

Rotation oder Circulation in den Zellen 273–278.

Respiration, ihre Organe 279 — Zusammensetzung der Luft und ihre Zersetzung in die grünen Theile dem Lichte 280–282 — bei der Dunkelheit 283 — Wirkung des Sauerstoffes 284 — Zersetzung in die nicht grünen Theile 285 — im Keime beim Keimen 286–287 — Stickstoff; Absorption der Luft 288 — Kurze Zusammenstellung und Vergleichung mit der Respiration der Thiere 289–290.

Ausdünstung 291–293.

Ernährung und Ausscheidung 294–295 — chemische Zusammensetzung der vegetabilischen Masse 296–298 — ternäre Materien; Zellgut, Stärkemehl, Dextrin 299 — Zucker 300 — quaternäre Stoffe 301 — Dextrale 302 — Holzstoff und andere kohlenstoffe und wasserstoffreiche Produkte 303 — stickstoffhaltige 304 — Alkaloide 305 — übersauerte Produkte; Säuren 306–307 — Farbestoffe, Indigo 308 — Beweise des Stickstoffs in den einheimischen Gewächsen 309–310 — mineralische von der Erde gelieferte Stoffe und ihr Einfluß auf die Vegetation 311–316.

Ausscheidungen 317 — klebrige, wächserne und schleimige Ueberzüge 318 — überschüssige organische Stoffe 319 — eigentliche Ausscheidungen 320–321.

Wachsthum der Gewebe 323 — das des Zellgewebes 324–326 — Theorie des Schleiden 327 — des Mirbel 328–329 — Versuche über den Ursprung des Cambium 330 — Wachsthum der Stämme und der Wurzeln 332 — Theorie des Duperit Thouart 333–346 — kurzgefaßter Inhalt; Vergleichung der Funktionen der Ernährung bei den Thieren und den Pflanzen 347–355.

Reproductionsorgane.

Blüte im Allgemeinen; Modifikation der Blätter zur Bildung ihrer verschiedenen Theile 355–360 — allgemeiner Typus der Blüten; Quirle in den Dikotyledonen 361 — in den Monokotyledonen 362.

Zusammenordnung der Theile der Blüten 364–372 — Cuningungen 373 — Zahl der Blütentheile 374 — ihre Vermehrung 375 — mit Hinzufügung mehrerer Quirle 376 — durch Verdoppelung 377 — Verengung der Blütenhülle 378–380 — blumenblattartige Blüten 381 — diklinische, polygamische, einzelige und zweizelige 382 — neutrale, büllenlose oder nackte 383–384 — Vergleichung der Insolvenz mit der Blüte 385 — Verbindung dieser verschiedenen Modifikationen 386 — das Ausarten und die Verwandlungen der Blütentheile 387 — unregelmäßige Blüten 388–393.

Präfloreszenz 394 — knospenlagerung 395 — klappige, gedrehte 396 — scharfere Modifikationen 397 — Vergleichung der verschiedenen Quirle, beziehungsweise der Art der Präfloreszenz 398–400 — Charaktere, welche man daraus erhält 401 — Staubgefäße und Karpelle, in der Knospe betrachtet 402 — Lage der Blüten beziehungsweise zu der Insolvenz 403 — ihre Symmetrie 404.

Entwicklung der Blüte; Blütenhülle 405–408.

Kelch; physis oder Kelchblatter 409–413 — ihr Verwachsen verschiedenen Graden oder einblättrigen Kelch 414 — Kelchchen 415 — Consistenz der Theile 416 — ihre Modifikation, um sie Samenkrone zu bilden 417 — Dauer 418.

Korolle; ihre Theile oder Blumenblatter 419 — Theile der Blumenblätter, Nagel und Saum 420 — Vergleichung der Theile; ihre Farbe und ihre Consistenz 422–424 — ihre verschiedenen Gestalten 425 — ihre Zahl und ihre Anordnung 426 — Namen der verschiedenen Theile der Blüte in den vielblättrigen 427 — in den einblättrigen 428 — Anhängsel 429 — Dauer 430.

Staubgefäße; ihre Theile 431 — Faden 432–434 — Anthere, ihre Fächer, ihre Anzahl, ihre Gestalt 435 — ihre Verhältnisse mit dem Faden und dem Connektiv 436–437 — ihr Aufspringen 438–444 — ihre Anhängsel 442 — ihr Fehlschlagen 444 — Beziehungen der Staubgefäße zu den Blütenhüllen 445 — unter sich 446–447 — ihre Länge und ihre Richtung 448–449.

Struktur des Staubgefäßes; des Fadens 450 — der Anthere 454 — Entwicklung der Staubgefäße im Allgemeinen 452 — der Anthere insbesondere und vorzüglich des Pollens 453.

Pollen 454–458 — Befruchtungsstoff 459 — Hüllen und äußere Gestalt des Pollens 460–466 — Pollenkörper 467–469.

Antheridien der akotyledonischen Pflanzen 470.

Pistill 471 — Entwicklung der Karpelle 472 — Theile einer Karpelle 474 — Schiffer des Ovariums 475–476 — Griffel, leitendes Gewebe 477 — Narbe 478 — Wirkung des Pollens auf die Narbe 479–481 — reklame Anordnung der Karpelle 482 — ihre Vergleichungen zu dem Fruchtboden der Blüte 483 — beziehungen des Griffels zum Gerüsteck der Ovarium 484–485 — nebenständige Verwachsung mehrerer Karpelle und ihre verschiedenen Grade 486 — vielfächeriges Ovarium 487–488 — Mittelrucken, Placentarium und Mittelrückenschleidung; verschiedene Arten von diesen 489–492 — Verwachsungen nach einer andern Richtung 496 — Beziehungen des Pistills zu den andern Quirlen der Blüte; verwachsenes und freies Ovarium 497 — Gestalt und Oberfläche des Ovariums 498.

Griffel des vielfächerigen Ovariums und ihre verschiedenen Grade der Verwachsung 499.

Narbe 500.

Frucht 501 — Perikarp 502 — ihre verschiedenen Schichten 503–505 — Nähre 506–507 — Klappen 508 — Modifikationen der Frucht, verglichen mit dem Pistill 509–513 — Klassifikation der Früchte 514–515 — Früchte mit nicht verwachsenen Karpellen, nicht aufspringende 516 — aufspringende 517 — Früchte mit verwachsenen Karpellen 519–520 — nicht aufspringende 521 — aufspringende 522–523 — verschiedene Arten des Aufspringens 524–529 — anthokarpische Früchte 530 — gebrauchte Früchte 531–532.

Zeitigung des Perikarps 533–540.

Eichen und Samen; ihr ernährendes System; Nabelstrang und Nabel 541 — ihre Lage in dem Fache 542–544 — Entwicklung und Struktur des Eichens 545 — Kern und seine Entwicklung; Keimloch und Nabelsack 545–550 — verschiedene Beziehungen dieser beiden Punkte zum Nabel 551–554 — Samenhäutigkeit und Samendecke 555–556.

Samen; Veränderungen des Samens, mit dem Eichen verglichen 557 — Bildung und Ursprung der Samenhülle 558–561 — ihre Struktur 562.

Embryo; seine Entwicklung 563–564 — seine Theile 565 — Embryo der Monokotyledonen 566 — der Dikotyledonen 567–572 — relative Stellung dieser beiden Korpskreonen, der eine im Verhältniß zum andern 573 — im Verhältniß zum Mützelchen 574 — verschiedene Beziehungen des Embryo's zur Samenhülle 575–579 — zu den Decken des Samens 580 — zum Fache 581–582 — Keimloch, Nabelstrich, Nabel, Nabt 583.

Decken des Samens 584–585.

Aussaat 586–588.

Keimen 589–599.

Sporen der Akotyledonen 600 — Sack, welcher sie enthält oder Sporangien 601 — ihre Entwicklung 602 — verschiedene Formen 603 — Moosbüchsen 604–605 — Bewegungen gewisser Sporen 606.

Thierie des Schleimes über den Ursprung des Embryo 608–612

Nectarien 613–618.

Einige allgemeine Phänomene der Vegetation.

Farbe der Pflanzen während des Lebens 620–627 — Sitz der Färbung 628–629 — Variationen der Farben 630 — verschiedene Meinungen über die Natur der färbenden Principien 631–632 — Theorie des Marquart 633–634 — braune Farbe 635–637 — Veränderung der Farben nach den Jahren 638–639.

Eigenthümliche Wärme der Pflanzen 640 — die der Blüten im Augenblick des Blühens 641–644 — beim Samen im Augenblick des Keimens 645 — bei den andern Theilen der Pflanze 646

Lichtentwicklungen 647–648.

Richtung und Bewegungen der Pflanzen; constante Richtung gewisser Theile 649–651 — verschiedene Bewegungen 652–653 — Schlaf der Blätter 654–657 — Schlaf und tägliche Bewegungen der Blüten 658–663 — besondere Bewegungen der Staubgefäße und Pistille 664 — hervorgerufene Bewegungen durch äußere Einflüsse 665–667 — willkürliche Bewegungen 668–669 — Hypothesen über die Bewegungsphänomene 670–673 — diejenigen, welche sich von der thierischen Bewegung nicht unterscheiden 674 — Unterschiede der unterscheidenden Charaktere der Thiere und der Pflanzen 675–677

Klassifikation und Familien.

Innvidiuen 678 — Arten 679 — Varietäten 680 — Gattungen 681–682 — Systeme und Methoden 683–684 — die von Ray 685 — von Tournefort 686 — Linné; seine Nomenclatur 687 — sein System 688–689 — hichotomische Methode von Lamark 690 — natürliche Methode 691–692 — Familien 693 — die von Linné 694 — des Bernhard von Jussieu 695 — des Adanson 696 — Methode des A. v. von Jussieu; Gang, den er befolgte 697–698 — Subordination der Charaktere 699–700 — seine Klassen 701 — seine Familien 702 — Arbeiten seiner Nachfolger 703–705 — Plan und Ordnung der Darlegung der Familien 706–707 — Betrachtung, nach welcher diese Ordnung bestimmt wurde oder über die verschiedenen Grade der Organisation der Pflanzen nach ihrer ausübenden Progretsion 708–725 — über die Nomenclatur der Familien 726 — über ihre Charaktere 727

Die synoptischen Tabellen der Familien nach ihren Hauptcharakteren: **Akotyledonen I — Monokotyledonen II-IV Dikotyledonen V-XV.**

Einzelnheiten einer gewissen Anzahl Familien.

Akotyledonen 730–731 — Algen 732 — Schwämme 733 — Flechten 734 — Lebermoose 735 — Moose 736 — Characeen 737 — Equisetaceen 738 — Farnkräuter 739 — Lycopodiaceen 740 — Rhizocarpeen 741.

Monokotyledonen 742 — Wasserpflanzen mit nacktem Samen 743 — mit einer Samenhülle 744 — blütterlose Blüten 745 — Cyperaceen 746 — Gramineen 747 — Blüten mit Blumenblättern 748 — Palmen 749 — Juncaceen 750 — Liliaceen 751 — Amaryllideen 752 — Irideen 753 — Bromeliaceen 754 — Dioscoreaceen 755 — Musaceen 756 — Cannaceen 757 — Scitamineen 758 — Orchideen 759.

Dikotyledonen 760 — **diklinische**, nachtsamige 761 — **Cycadeen**; Coniferen 762–763 — Amentaceen 764 — Urticeen 765 — Piperaceen 766 — Myristiceen 767 — Nepenteen 768 — Aufissiaceen; Chlenen 769 — Euphorbiaceen 770 — Cucurbitaceen 771 — Papaveraceen 772.

Dikotyledonen mit blütterlosen Zwitterblüten 773 — Aristolochieen 774 — Sanikaceen 775 — Proteaceen 776 — Thymeliaceen 777 — Laurineen 778 — Polygoneen 779 — Nyctagineen 780.

Vielblättrige Dikotyledonen 781 — mit centraler Mutterkuchenstellung und mit mehliger vom Embryo umgebener Samenhülle; Caryophylleen 784.

Hypogynische 782 — mit wandständiger Mutterkuchenstellung 783 — Violarieen 784 — Cistineen 785 — Birineen, Reisbaceen, Capparideen 786 — Cruciferen 787 — Papavereaceen 788 — mit in einen becherförmigen Sack eingeschlossenem Embryo; Rumpfaceren; Myrtumpfeneen; Cobombaceen 789 — mit achsenständiger Mutterkuchenstellung 790 — Ranunculaceen 791 — Dilleniaceen, Magnoliaceen, Anonaceen 792 — Berberideen, Lardabalaceen, Menispermaceen 793 — Ampelideen 794 — Aurantieen 795 — Olegnaceen 796 — Malvaceen, Bombaceen, Sterculiaceen 797 — Ternströmiaceen 798 — Guttiferen 799 — Erythroxyleen 800 — Malpighiaceen 801 — Sapindaceen 802 — Meliaceen 803 — Cedrelaceen 804 — Aurantiaceen 805.

Perigynische 806 — Terebintaceen 807 — Leguminosen 808 — Rosaceen 809 — Melastomaceen 810 — Myrtaceen 811 — Onagrarieen 812 — Passifloreen 813 — Grossularieen 814 — Cacteen 815 — Cucurbitaceen 816 — Saxifrageen 817 — Umbelliferen 818 — Rhamneen 819.

Einblättrige Dikotyledonen 820 — hypogynische 821 — mit regelmäßiger Blüte, gewöhnlich hypogynischen Staubgefäßen, häufig unabhängig unter einander, bisweilen, doppelt oder gegenständig; Ericineen 822 — Styracineen 823 — Ebeneeen 824 — Aliemeen 825 — Jasmineen 826 — Sapoteen 827 — Primulaceen 828 — mit auf der Korolle eingefügten Staubgefäßen 829–831 — Bignonieaceen 832 — Acanthaceen 833 — Labiaten 834 — Boragineen 835 — Solaneen 836 — Scrofulariineen 837 — Convolvulaceen 838 — Gentianeen 839 — Apocineen und Asklepiadeen 840 — perigynische; Rubiaceen 841 — Caprifoliaceen 842 — Dorantaceen 843 — Valerianeen 844 — Dipsaceen 845 — Campanulaceen 846 — Lobeliaceen 847 — Compositen 848.

Pflanzen-Geographie.

Vorläufige Kenntnisse 849–850 — **Klimate**, Einfluß der Breiten 851–853 — der Höhen 854 — der Feuchtigkeit 855 — des Lichtes 856 — Streich der Pflanzen und Verschiedenheit der Vertheilung derselben 857–859 — Vegetation der heißen Zone 860–863 — Negetator- und Wendekreisgonen 864 — gemäßigte Zonen 865 — juxtropifale 866 — eigentlich gemäßigte 867 — warme gemäßigte in Europa oder Olivenregion 868 — kalte gemäßigte in Europa 869 — Asiennbergfoige dieser Zonen, von der Baße bis zur Spitze der Gebirge; Gebirge und Alpenpflanzen 870 — unterartische, artische und polare Zone in Europa 871 — ihre Vergleichung mit verschiedenen andern Punkten der Erde, auf dem Gipfel der Gebirge 872 — auf beiden Continenten und beiden Halbkugeln 873–874 — gemäßigte Zone in Asien 875 — im nördlichen Amerika 876 — auf der südlichen Halbkugel, in Chile 877 — auf den Anden 878 — auf Neuholland 879 — auf Neuseeland 880 — am Cap der guten Hoffnung 881 — Vegetation der Inseln 882.

Mehrheit der Mittelpunkte der ursprünglichen Vegetation 883 — **Aequivalente** einer Mittelpunkts mit dem andern 884 — Floren 885 — botanische Regionen 886 — botanische Arithmetik 887–893 — **sociale Pflanzen** 894 — Einfluß des Erdreichs 895 — Pflanzen des Salzwassers 896 — des süßen Wassers 897 — der Moräste, Torfmoore, Amphibien, Ueberschwemmte 898 — Einfluß der chemischen Zusammensetzung des Erdreichs 899 — ihrer geologischen Constitution 900 — des Mangels von Wasser, das es enthält oder durchläßt 901 — Standorte der Pflanzen 902 — Einfluß des Menschen 904.

Vertheilung der vorzüglich cultivirten Nahrungsgewächse; Cerealien 905 — des Erdapfels 906 — des Quinoa 907 — des Buchweizen 908 — des Kastanienbaums 909 — mehrerer Bäume und Wurzeln der tropischen Region 910–914 — des Weinstocks 912.

Fossile Pflanzen 914 — Steinkohlenformation 915 — Folge der secundären Formation 916 — tertiäre Formation 917 — Schluß 918.

Wegen Verkaufs des Restes der Auflagen, sind wir im Falle, nachstehende **werthvolle und Prachtwerke** zu sehr herabgesetzten Preisen offeriren zu können:

Allgemeine Weltgeschichte

für die

reifere Jugend und das nichtgelehrte Publikum

bearbeitet von dem

Verfasser der heiligen Geschichte.

Zwanzig Theile, mit 72 feinen Stahlstichen. 1842. broschirt.

(Seitheriger Preis 12 fl. oder 7 Rthlr. 12 ggr.)

Jetzt nur 3 fl. 36 kr. oder 2 Rthlr. 6 ggr.!

Historisch-mythologisch-geographische

Jugend-Bibliothek,

für die Jugend und nichtgelehrte Welt.

Vom Verfasser der heiligen Geschichte.

Zwei Bände, mit 12 Stahlstichen. 1841. broschirt.

(Bisheriger Preis 2 fl. 24 kr. oder 1 Rthlr. 12 ggr.)

Jetzt nur 1 fl. 12 kr. oder 18 ggr.!

Allgemeine Geschichte

der letzten fünfzig Jahre,

1789 bis 1840.

Von C. Strahlheim,

(Verfasser des Werkes: „Unsere Zeit").

Sechzehn Theile mit 16 feinen Stahlstichen.

(Bisheriger Preis 9 fl. 36 kr. oder 6 Rthlr.)

Jetzt nur 4 fl. 30 kr. oder 3 Rthlr.

Volks-Heillehre.

Erfahrungen der berühmten Aerzte

Boerhaave, Hufeland, Hahnemann

in der Kunst, das Leben und die Gesundheit der Menschen zu erhalten und ihre Krankheiten zu heilen.

Von einem praktischen Arzte.

Drei Bände, an eintausend Seiten stark.

Geschmückt mit Boerhaave's, Hufeland's und Hahnemann's Bildnissen.

Preis Behufs der Möglichkeit recht allgemeiner Verbreitung für **alle drei** Bände nur

2 fl. 24 kr. oder 1 Rthlr. 12 ggr.

Scheible, Rieger & Sattler.

Verlag derselben Buchhandlung.

Die Pracht-Ausgabe von

Titus Livius

römische Geschichte.

Uebersetzt von Dr. Oertel.

Vollständig in **8** Bänden mit **9** herrlichen Stahlstichen.

Dritte Auflage. 1844.

sind alle Buchhandlungen Deutschlands von der Verlagshandlung in den Stand gesetzt für

nur 2 fl. 24 kr. oder 1 Rthlr. 12 ggr.

liefern zu können. Wir bemerken ausdrücklich, daß alle acht Bände zusammen nur diesen Preis kosten, welcher nur bei Aussicht auf eine außerordentliche Verbreitung einigermaßen denkbar ist!

W. Shakspeare's

dramatische Werke.

Uebersetzt

von

Ernst Ortlepp.

Neue, durchaus verbesserte Auflage in sechzehn Theilen mit sechzehn Stahlstichen.

Schillerformat.

Subscriptionspreis 5 fl. 24 kr. oder 3 Rthlr.

Wenige Jahre sind verflossen, seit wir es unternahmen, die unsterblichen Werke „des größten dramatischen Dichters nicht nur Englands, sondern aller Völker germanischen Stammes" dem deutschen Publikum in einer neuen, blühenden Uebersetzung zu bieten, und schon sehen wir uns in dem Falle, eine

wirklich zweite, verbesserte Auflage

ausgeben zu können, nachdem die erste, so bedeutende, gänzlich vergriffen ist: ein Beweis, wie eben dieses Publikum die Meisterwerke Shakspeare's verehrt, wie auch die kleinste Bibliothek diesen Schatz nicht entbehren will.

Aber eben weil Shakspeare zum Bedürfniß geworden, gleichwie unser Schiller, hielten wir es für Pflicht und für einen Akt der Dankbarkeit, diese neue, durchgesehene und vielfach verbesserte Auflage zu einem solch' billigen Preise zu publiciren, daß in der That nur ein Hoffen auf abermalige allgemeine Theilnahme denselben entstehen ließ. Wir haben nämlich, trotz dem, daß wir diese Auflage mit sechzehn Stahlstichen schmückten, ohne dafür irgendetwas anzurechnen, den Subscriptions-Preis auf nur

5 fl. 24 kr. oder 3 Rthlr. für alle 16 Theile

festgesetzt. Der in Kurzem eintretende Ladenpreis wird — immerhin noch höchst billig — 7 fl. 12 kr. oder 4 Rthlr. sein. Wir brauchen wohl kaum darauf aufmerksam zu machen, welch ein würdiges Festgeschenk diese vollständige, schöne Ausgabe des Shakspeare ist.